



BACHELORARBEIT

Frau
Anne Heinrich

**Geklonte Schauspieler –
Die Erschaffung von
Doppelgängern im Film**
Eine Analyse der Verfahrensweisen

2015

BACHELORARBEIT

Geklonte Schauspieler – Die Erschaffung von Doppelgängern im Film Eine Analyse der Verfahrensweisen

Autor/in:
Frau Anne Heinrich

Studiengang:
Medientechnik

Seminargruppe:
MT11WF-B

Erstprüfer:
Prof. Alexander Marbach

Zweitprüfer:
Dipl.-Ing. Robert Knauf

Einreichung:
Leipzig, 06.02.2015

BACHELOR THESIS

cloned actors – the creation of doppelgangers in films an analysis of different methods

author:

Ms. Anne Heinrich

course of studies:

Media Technology

seminar group:

MT11wF-B

first examiner:

Prof. Alexander Marbach

second examiner:

Dipl.-Ing. Robert Knauf

submission:

Leipzig, 06.02.2015

Bibliografische Angaben

Heinrich, Anne:

Geklonte Schauspieler – Die Erschaffung von Doppelgängern im Film
Eine Analyse der Verfahrensweisen

cloned actors – the creation of doppelgangers in films
an analysis of different methods

71 Seiten, Hochschule Mittweida, University of Applied Sciences,
Fakultät Medien, Bachelorarbeit, 2015

Abstract

During creation of this bachelor thesis, the author focused on the visualization of doppelgangers in films and the technical creation of this visual-effect by digital compositing. Central aspect was the classification of the different methods in terms of effort, quality and efficiency. The analyzed techniques included split screen, keying, rotoscoping, digital face replacement and the use of a motion control system. These techniques were described based on their theoretical principle combined with film examples. The evaluation of the methods was supported by expert's opinion.

It became obvious that each method fulfills different requirements and is therefore used weighing requirements of the scene and the effort respectively cost for using the method. For example, split-screen technique being the cheapest one but fairly limited when it comes to physical interactions between the doppelgangers. In contradiction, face replacement was identified as very helpful for scenes with much interaction but also very costly as it requires much effort in both shooting and post-production.

Being aware of this interconnection, this bachelor thesis can be used to analyze the desired scene and decide for a doppelganger method by weighing the effort-benefit equation.

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	V
Abbildungsverzeichnis	VII
1 Einleitung.....	1
1.1 Zielsetzung.....	3
1.2 Problemdefinition	4
1.3 Abgrenzung des Themas	5
2 Historische Doppelgänger-Effekte.....	7
2.1 Kasch und Gegenkasch	9
2.1.1 L'homme orchestre	9
2.1.2 Der Student von Prag.....	10
2.1.3 Effekterzeugung.....	11
2.1.4 Der Gefangene von Zenda.....	13
2.2 Der optische Printer	14
2.3 Travelling Matte	15
3 Aktuelle Produktionen mit Doppelgänger-Szenen.....	17
3.1.1 Ein Zwilling kommt selten allein	18
3.1.2 Adaption – Der Orchideen-Dieb	19
3.1.3 Moon.....	20
3.1.4 The Double	21
3.2 Technische Unterstützung der schauspielerischen Leistung	22
4 Digitaler Splitscreen in statischer Szene.....	23
4.1.1 Grundprinzip	23
4.1.2 Anwendung.....	24
4.1.3 Aufwand.....	26
4.1.4 Qualität	27
4.1.5 Wirtschaftlichkeit	28
5 Bewegte Masken in statischer Szene	29
5.1 Maskenextraktion durch Keying	29
5.1.1 Grundprinzip	29
5.1.2 Anwendungsbeispiel des Keyings	31
5.1.3 Aufwand.....	33
5.1.4 Qualität	36
5.1.5 Wirtschaftlichkeit	37
5.2 Maskenerstellung durch digitales Rotoskopieren	38

5.2.1	Grundprinzip	38
5.2.2	Anwendungsbeispiel des Rotoskopierens	40
5.2.3	Aufwand.....	42
5.2.4	Qualität	44
5.2.5	Wirtschaftlichkeit	45
6	Doppelgänger-Effekt mit bewegter Kamera	46
6.1	Die Kamera in Bewegung.....	46
6.2	Motion Control.....	47
6.2.1	Grundprinzip	48
6.2.2	Bauweisen	49
6.2.3	Anwendungsbeispiel	51
6.2.4	Aufwand.....	53
6.2.5	Qualität	55
6.2.6	Wirtschaftlichkeit	56
7	Digitale Doppelgänger	57
7.1.1	Grundprinzip	57
7.1.2	Anwendung.....	60
7.1.3	Aufwand.....	64
7.1.4	Qualität	66
7.1.5	Wirtschaftlichkeit	67
8	Schlussbetrachtungen.....	68
8.1	Auswertung und Fazit	68
8.2	Ausblick	71
	Literaturverzeichnis	XI
	Anlagen.....	XVI
	Eigenständigkeitserklärung	XXIV

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Multiphotography-Aufnahme-Verfahren.....	7
<i>Woodbury, Walter E.: Photographic Amusements. Including a Description of a Number of Novel Effects Obtainable with the Camera, New York 1905, S.9</i>	
Abb. 2: Draufsicht auf die Konstellation	7
<i>Woodbury, Walter E.: Photographic Amusements. Including a Description of a Number of Novel Effects Obtainable with the Camera, New York 1905, S.8</i>	
Abb. 3: Fertiges Ergebnis.....	7
<i>(Fotograf: Bostwick, H.L.) Woodbury, Walter E.: Photographic Amusements. Including a Description of a Number of Novel Effects Obtainable with the Camera, New York 1905, S.11</i>	
Abb. 4: Szene aus „L'homme orchestre“	9
<i>Méliès, Georges (1900): L'Homme orchestre. URL: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/49/Méliès,_L'homme-orchestre_(Star_Film_262-263,_1900)_02.jpg [Stand:04.02.2015]</i>	
Abb. 5: Balduin erschreckt sich vor seinem Spiegelbild	10
<i>Rye, Stellan (22. August 1913): Der Student von Prag. http://www.moviepilot.de/files/images/article/file/10972014/student.jpg [Stand:04.02.2015]</i>	
Abb. 6: Kasch-Gegenkasch-Technik	12
<i>Mulack, Thomas; Giesen, Rolf: Special Visual Effects. Planung und Produktion, Gerlingen, 2002, S. 12</i>	
Abb. 7: Handschütteln in „Der Gefangene von Zenda“, rechter Kopf wurde montiert...	13
<i>Van Dyke, W. S. (1937): Der Gefangene von Zenda</i>	
Abb. 8: Aufbau eines optischen Printers.....	15
<i>Mulack, Thomas; Giesen, Rolf: Special Visual Effects. Planung und Produktion, Gerlingen, 2002, S.27</i>	
Abb. 9: The Parent Trap: Andeutung des Split-Screens mit gestrichelter Linie	15
<i>Swift, David (21. Juni 1961): The Parent trap. DVD Bonus: "Seeing Double"</i>	
Abb. 10: Der Schauspieler Danny Kaye interagiert direkt vor seinem Ebenbild	16
<i>Humberstone, H. Bruce (8. Juni 1945): Der Wundermann. URL: http://nzpetesmatteshot.blogspot.de/2010/08/wild-and-wonderful-world-of-john.html [Stand:04.02.2015]</i>	
Abb. 11: Filmausschnitt aus "Ein Zwilling kommt selten allein"	18
<i>Meyers, Nancy (20. Juli 1998): Ein Zwilling kommt selten allein</i>	
Abb. 12: Filmausschnitt aus "Adaption – Der Orchideen-Dieb"	19
<i>Jonze, Spike (6. Dezember 2002): Adaption – Der Orchideen-Dieb</i>	
Abb. 13: Filmausschnitt aus "Moon"	20
<i>Jones, Duncan (12. Juni 2009): Moon</i>	
Abb. 14: Filmausschnitt aus "The Double"	21
<i>Ayoade, Richard (07.09.2013): The Double</i>	
Abb. 15: Links: Lindsay, rechts: Double.....	24
<i>Meyers, Nancy (20. Juli 1998): Ein Zwilling kommt selten allein. DVD Bonus: "Wie aus Hallie Annie wurde"</i>	
Abb. 16: rechts: weggeschnittener Bildteil	24
<i>Meyers, Nancy (20. Juli 1998): Ein Zwilling kommt selten allein. DVD Bonus: "Wie aus Hallie Annie wurde"</i>	

Abb. 17: Filmbild wird mit Material des zweiten Drehs ergänzt	24
Meyers, Nancy (20. Juli 1998): Ein Zwilling kommt selten allein. DVD Bonus: "Wie aus Hallie Annie wurde"	
Abb. 18: Tischtennispiel zwischen den Klonen Sam 1 und Sam 2 in „Moon“	25
Jones, Duncan (12. Juni 2009): Moon	
Abb. 19: Lindsay vor Bluescreen	32
Meyers, Nancy (20. Juli 1998): Ein Zwilling kommt selten allein. DVD Bonus: "Wie aus Hallie Annie wurde"	
Abb. 20: Ausstanzen des Vordergrundes mit Maske	32
Meyers, Nancy (20. Juli 1998): Ein Zwilling kommt selten allein. DVD Bonus: "Wie aus Hallie Annie wurde"	
Abb. 21: Zusammengesetzte Bildteile	32
Meyers, Nancy (20. Juli 1998): Ein Zwilling kommt selten allein. DVD Bonus: "Wie aus Hallie Annie wurde"	
Abb. 22: Spiegelbildaufnahme mit Bluescreen im Hintergrund	33
Meyers, Nancy (20. Juli 1998): Ein Zwilling kommt selten allein. DVD Bonus: "Wie aus Hallie Annie wurde"	
Abb. 23: Ausstanzen des Hintergrundes mit Maske	33
Meyers, Nancy (20. Juli 1998): Ein Zwilling kommt selten allein. DVD Bonus: "Wie aus Hallie Annie wurde"	
Abb. 24: Fertige Bildkomposition	33
Meyers, Nancy (20. Juli 1998): Ein Zwilling kommt selten allein. DVD Bonus: "Wie aus Hallie Annie wurde"	
Abb. 25: Kreuzende Wege zwischen Doppelgängern	40
Jonze, Spike (6. Dezember 2002): Adaption – Der Orchideen-Dieb	
Abb. 26: Physische Interaktion zwischen Doppelgängern im Film „Moon“	41
Jones, Duncan (12. Juni 2009): Moon	
Abb. 27: Die drei Grundbewegungen der Kamera	47
Monaco, James: Film verstehen: Kunst, Technik, Sprache, Geschichte und Theorie des Films und der Neuen Medien, Leipzig, 2009, S.98	
Abb. 28: Fahrt und Zoom.....	47
Monaco, James: Film verstehen: Kunst, Technik, Sprache, Geschichte und Theorie des Films und der Neuen Medien, Leipzig, 2009	
Abb. 29: Milo Longarm in einem Greenscreen-Studio.	50
o. J., o.T. URL: http://blog.theassociation.tv/wp-content/uploads/milo.png	
Abb. 30: Modular Rig von Marc Roberts Motion Control.....	51
o.J.,o.T.URL: http://mastermoves.de/assets/images/Rigs/ModularRig/Modular_Rig_Schienen_722_390_2.jpg [Stand:04.02.2015]	
Abb. 31: Cheetah Dolly von Pacific Motion Control.....	51
o. J., o.T. URL: http://i.ytimg.com/vi/GY2GVhFHH-Y/hqdefault.jpg [Stand:04.02.2015]	
Abb. 32: Hallie im Fokus	51
Meyers, Nancy (20. Juli 1998): Ein Zwilling kommt selten allein. DVD Bonus: "Wie aus Hallie Annie wurde"	
Abb. 33: Horizontaler Schwenk der Kamera	51
Meyers, Nancy (20. Juli 1998): Ein Zwilling kommt selten allein. DVD Bonus: "Wie aus Hallie Annie wurde"	

Abb. 34: Annie im Fokus	51
Meyers, Nancy (20. Juli 1998): Ein Zwilling kommt selten allein. DVD Bonus: "Wie aus Hallie Annie wurde"	
Abb. 35: Separat gedrehte Aufnahmen des Schauspielers Jesse Eisenberg	52
Ayoade, Richard (07.09.2013): The Double	
Abb. 36: Kamera beginnt zu schwenken	52
Ayoade, Richard (07.09.2013): The Double	
Abb. 37: Fertiges Composite aus den beiden Aufnahmen mit Kamerabewegung.....	53
Ayoade, Richard (07.09.2013): The Double	
Abb. 38: Aufnahmeverfahren.....	60
Montgomery, John (19.10.2010): Twice The Social Network, URL: http://www.fxguide.com/featured/twice_the_social_network/ [Stand:04.02.2015]	
Abb. 39: Modell von Armie Hammer's Gesicht	60
Fincher, David (1. Oktober 2010): The Social Network. DVD Bonus: Wie ist aus Facebook bloß ein Film entstanden?	
Abb. 40: Original-Szene mit Josh Pence (links).....	61
Fincher, David (1. Oktober 2010): The Social Network. DVD Bonus: Wie ist aus Facebook bloß ein Film entstanden?	
Abb. 41: Fertiges Composite mit Armies Gesicht	61
Fincher, David (1. Oktober 2010): The Social Network. DVD Bonus: Wie ist aus Facebook bloß ein Film entstanden?	
Abb. 42: Hugo Weaving's Gesicht in allen fünf verschiedenen Perspektiven.....	62
o. J., o. T. URL: http://hugo.random-scribbles.net/gallery/albums/ftp/matrix_universal_capture/UniversalCapture-02c.jpg [Stand:04.02.2015]	
Abb. 43: UV-Textur des Gesichts	63
o. J., o. T. URL: http://hugo.random-scribbles.net/gallery/albums/ftp/matrix_universal_capture/normal_UniversalCapture-04.jpg [Stand:04.02.2015]	
Abb. 44: Displacement-Textur des Gesichts.....	63
o. J., o. T. URL: http://hugo.random-scribbles.net/gallery/albums/ftp/matrix_universal_capture/normal_UniversalCapture-07.jpg [Stand:04.02.2015]	
Abb. 45: Aufnahme des originalen Schauspielers mit Polygonnetz	63
o. J., o. T. URL: http://hugo.random-scribbles.net/gallery/albums/ftp/matrix_universal_capture/normal_UniversalCapture-03b.jpg [Stand:04.02.2015]	
Abb. 46: 3D Oberflächen-Modell	63
Borshukov, George : URL: http://vimeo.com/28443054	
Abb. 47: Fertig gerendertes und texturiertes 3D-Modell	63
Borshukov, George : URL: http://vimeo.com/28443054	
Abb. 48: Eine Einstellung aus der „Burly-Brawl“-Szene von Matrix Reloaded.....	63
o. J., o. T.. URL: http://www.fotos.org/galeria/data/526/matrix-reloaded-smith.jpg	

1 Einleitung

Ein verlassener Spielplatz in einem grauen Hinterhof. Schwarze Raben picken Brotkrumen vom Boden auf. Neo, gespielt von Keanu Reeves, steht in der Mitte des Hofes und dreht sich ruckartig um, als er hört wie sich Schritte nähern. Es folgt eine Nahaufnahme schwarzer Lackschuhe, die sich zielgerichtet vorwärts bewegen. Die Raben fliegen aufgeschreckt davon und geben den Blick frei für einen Mann in einem akkuraten Anzug mit schwarzer Krawatte und Sonnenbrille: Es ist Agent Smith, gespielt von Hugo Weaving, der kaltblütige Gegenspieler, der Neo schon im ersten Teil von „The Matrix“ beinahe getötet hätte. Es folgt ein kurzer Dialog zwischen den Todfeinden, bei dem Smith seinen eigenen Auftritt feiert. Die Situation spitzt sich zu, untermalt von bedrohlich kreischenden Geigen. Beide Kontrahenten stehen sich dicht gegenüber. Smith ist am Höhepunkt seiner Rede angelangt und mit einem Mal tritt ein Schatten aus dem Hintergrund, ein Mann, welcher ihm im Aussehen exakt gleicht, übernimmt fließend das Wort. Immer mehr Smith-Kopien treten in das Bild und beenden jeweils den Satz des Vorgängers. Die Kamera dreht sich um Neo, der sich schockiert nach allen Seiten umblickt. Ehe er reagieren kann ist er umzingelt von insgesamt acht identischen Männern. Sie greifen an. Es folgt eine spektakuläre und actionreiche Kampfszene in gewohnter Manier des Films: Wilde Fausthiebe, wirbelnde Tritte, gemischt mit eindrucksvollen Kung Fu-Stellungen und in Zeitlupe durch die Luft fliegende Körper. Die Kamera ist in ständiger Bewegung. Die Anzahl der Doppelgänger nimmt zu. Dabei ist in jedem der Gesichter ein anderer, verbissener Ausdruck zu erkennen. Sie strömen aus Türen und Gängen hervor und ringen Neo schließlich nieder. Während der Held am Boden liegt, werfen sie sich unaufhörlich auf ihn, überfluten zu Hunderten die Leinwand und treiben so das „Doppelgänger-Motiv“ auf die Spitze.

Diese Szene aus dem 2003 erschienenen Film „The Matrix Reloaded“ wurde unter dem Namen „Burly Brawl“ bekannt und beeindruckt vor allen Dingen durch die Anzahl glaubwürdiger Doppelgänger mit unterschiedlichen Gesichtsausdrücken.¹ Doppelgänger, also die exakte Kopie einer Person, sind ein sehr beliebtes stilistisches Mittel im Film und werden schon seit über hundert Jahren mit Hilfe von optischen Effekten im Bewegtbild dargestellt. Dem Betrachter soll suggeriert werden, dass sich ein und derselbe Schauspieler im Bild befindet. Beim damaligen Publikum lösten die Bilder entgeisterte Reaktionen aus.

¹ Richter, 2008, S. 164.

Neben dem Verschwinden lassen von Objekten mit dem Stopptrick, handelt es sich bei der Doppelgänger-Aufnahme um einen der ersten eingesetzten Filmtricks.² Der Effekt hat bis heute nicht an Aktualität verloren, da äußerlich identische Personen ein breites Spektrum an Möglichkeiten für die Handlung eines Films bieten. Zwillinge, Klone, Schizophrenie oder Zauberei sind Gründe für die Vervielfachung eines Schauspielers in einer Szene. Je nach Drehbuch entwickelt sich diese Begebenheit als gruseliger Schock-Moment, als mystische Begegnung mit dem eigenen Selbst oder als komische Verwechslungs-Komödie.

Mit dem Fortschritt der Technik haben sich neue Wege etabliert, um eine Illusion in dieser Art zu kreieren. Spektakuläre Umsetzungen, wie die *Burly Brawl*-Szene aus „The Matrix Reloaded“, vermögen es auch heute noch den Zuschauer in Atem zu halten.

Doch was steckt hinter dem Bild auf der Leinwand? Mit welchen Mitteln ist es möglich einen Menschen im Film zu klonen?

² Krawczyk, 2013

1.1 Zielsetzung

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit der mehrfachen Darstellung einer Person auf der Grundlage des digitalen Compositings. Diesem Begriff liegt die Bedeutung zugrunde mehrere voneinander unabhängige Bildelemente zu einem einheitlichen Gesamtbild zusammenzufügen, damit für den Betrachter die Wirkung entsteht, es wäre mit einer Kamera aufgezeichnet worden.

Grundsätzlich wird bei visuellen Effekten zwischen Szenen mit stehendem Bild und Szenen mit bewegter Kamera unterschieden, da diese Gegebenheit jeweils eine andere Herangehensweise voraussetzt. Bei der Erzeugung einer Doppelgänger-Aufnahme muss zusätzlich berücksichtigt werden ob die Charaktere getrennt voneinander im Bild agieren oder sich die Handlungsbereiche überschneiden sollen.

Das Ziel der Arbeit ist es einen Überblick über die Methoden der Effekterzeugung zu schaffen und diese zu bewerten. Schwerpunkt ist dabei die Analyse und der Vergleich der heutigen Arbeitsweisen auf Grundlage der Parameter: Aufwand, Qualität und der daraus resultierenden Wirtschaftlichkeit.

Desweiteren sollen folgende Fragen beantwortet werden:

- Wie können physische Interaktionen zwischen den Doppelgängern dargestellt werden?
- Welches Mittel ist am Effizientesten um eine große Anzahl von Doppelgängern in einer Szene abzubilden?
- Wie können Kamerabewegungen in einer Szene mit Doppelgänger-Effekt realisiert werden?

1.2 Problemdefinition

Alle Techniken, die der Erstellung eines Doppelgängers dienen haben die Notwendigkeit der doppelten Inszenierung und Aufzeichnung der betreffenden Szene durch den Schauspieler gemeinsam. Bei dem Ergebnis handelt es sich um eine Bildmontage. Zu Beginn dieser Arbeit soll zunächst der Ursprung der Doppelgänger-Aufnahme ergründet werden. Die Erläuterung der historischen Mittel der Effekterzielung ist notwendig um ein Verständnis für den technischen Fortschritt der Arbeitsweisen zu entwickeln. Darauf aufbauend können die heutigen Verfahren untersucht und diskutiert werden.

Bestandteil dieser Analyse sind folgende Methoden:

- Splitscreen in einer statischer Szene
- Keying mit Hilfe der Blue/Greenscreen-Technik
- Rotoskopieren
- Einsatz eines Motion Control Systems
- Digitale Rekonstruktion durch bildbasierte Gesichtserfassung

Im Verlauf der Arbeit sollen die Unterschiede, welche sich in der Arbeitsweise der einzelnen Techniken ergeben, konkretisiert werden. Dafür muss herausgefunden werden von welchen Faktoren die Wahl eines jedes Verfahrens abhängig ist. Das Prinzip, welches einer jeder Technik zugrunde liegt, wird ausführlich beschrieben, damit Leser die lediglich über ein Basiswissen im Filmbereich verfügen, die Anwendung eines jeden Verfahrens nachvollziehen können. Die Verwendung der Methode wird anhand von jeweils zwei Beispielen aus der Praxis belegt. Die Filme, die für die Beschreibung hinzugezogen werden, sind dabei nicht älter als 20 Jahre. Anschließend werden die verschiedenen Methoden der Effekterzeugung hinsichtlich Aufwand, Qualität und Wirtschaftlichkeit abgewogen. In den folgenden Abschnitten sollen diese Parameter definiert werden.

Der Aufwand einer Methode setzt sich aus dem Materialbedarf, der benötigten Zeit und den anfallenden Kosten zusammen.³

Diese drei Konstanten sollen für jeden Prozess so weit wie möglich offengelegt werden. Außerdem wird anhand der erforderlichen Arbeitsweise der Schwierigkeitsgrad der Umsetzung eingeschätzt. Um die Verfahren auf Grundlage eines festen Wertes vergleichen zu können wird von der Bearbeitung einer 10-sekündigen Einstellung für einen Kinofilm ausgegangen. Bei einem Standardformat von 24p, also 24 Vollbildern pro Sekunde, ergeben sich hieraus 240 Einzelbilder.

Die Qualität einer Methode bezeichnet die Beschaffenheit des fertigen Ergebnisses.⁴ Da der Begriff zum Teil stark subjektiv geprägt ist, bezieht sich diese Arbeit nur auf die Funktionalität und die Einsatzmöglichkeiten der jeweiligen Anwendung. Gleichzeitig soll auf eventuelle Defizite der Technik aufmerksam gemacht werden.

Der Begriff der Wirtschaftlichkeit beschreibt allgemein betrachtet das Verhältnis zwischen dem erreichten Erfolg und dem dafür aufgewandten Arbeitseinsatz.⁵ Folglich lässt sich die Effizienz eines visuellen Effekts im Film anhand einer Gegenüberstellung von Aufwand und Qualität feststellen.

1.3 Abgrenzung des Themas

Bei einem Doppelgänger handelt es sich um „eine Person, die jemandem zum Verwechseln ähnlich sieht.“⁶ Das Wort ist deutschen Ursprungs und wird auch in vielen anderen Ländern verwendet. Das Phänomen kann rein zufälliger Natur, oder auch durch Blutsverwandtschaft bedingt sein, wie etwa bei eineiigen Zwillingen. In manchen Verwechslungskomödien wird diese Ähnlichkeit genutzt: so wurden für den im Jahr 1950 erschienenen Spielfilm „Das doppelte Lottchen“, eineiige Zwillingen als Hauptdarsteller eingesetzt. Da es sich hierbei jedoch nicht um einen filmischen Spezialeffekt handelt, wird diese Art der Umsetzung außer Acht gelassen.

³ Vgl. Hoffmann

⁴ Vgl. Stiller

⁵ Vgl. Springer Gabler Verlag (Hrsg.), Stichwort: Wirtschaftlichkeit

⁶ Vgl. Bibliographisches Institut GmbH - Duden Verlag (Hrsg.), Stichwort: Doppelgänger

Der Begriff der *Doppelgängerschaft* ist nicht zwangsweise mit körperlicher Ähnlichkeit verbunden. Er kann auch als Alter Ego⁷ einer Person auftreten. Schatten und Spiegel können ebenfalls in gewisser Weise eine metaphorische Doppelgängerfunktion übernehmen. Diese Deutungen sind allerdings für die Arbeit nicht weiter relevant, da die mehrfache Visualisierung eines Schauspielers Gegenstand dieser Arbeit ist. Die Person soll deutlich identifizierbar zwei oder mehrmals im Bild erscheinen.

Es gibt technische Mittel, mit denen die doppelte Anwesenheit einer Person auf indirekte Weise suggeriert werden kann. Diese Anwendungen zielen auf die Täuschung der menschlichen Wahrnehmung ab. Es handelt sich entweder um eine besondere Form der Schnitttechnik oder den Einsatz von Doubles. Diese Möglichkeiten sollen im Folgenden für das Verständnis beschrieben werden, da sie neben den Compositing-Methoden in Filmen ebenfalls eingesetzt werden um Kosten und Aufwand zu sparen. Diese werden allerdings als Doppelgänger-Effekt im Sinne der Arbeit ausgeschlossen.

Durch Schuss und Gegenschuss von Bildern ein und desselben Schauspielers kann beim Zuschauer mit einfachen Mitteln der Eindruck erweckt werden, dass der Darsteller doppelt vorhanden ist. Mit dieser Wirkung wird beispielsweise die Persönlichkeitspaltung der Figur des Gollum in „Der Herr der Ringe: Die zwei Türme“ veranschaulicht: Das Wesen diskutiert in einer Szene ausdrucksstark mit sich selbst, wobei „Gollum“ – der böse und hinterlistige Teil seiner Person – scheinbar von links spricht, während „Smeagol“ – seine gute Hälfte – die andere Gesichtseite zeigt. Auf diese Weise wird das Gefühl vermittelt, dass zwei Personen anwesend sind, was auf eine multiple Persönlichkeit hindeuten soll.

In den hier behandelten Filmen werden für die Darstellung von Doppelgänger-Szenarien teilweise auch Doubles eingesetzt. Als Double wird ein Ersatzschauspieler bezeichnet, welcher dem eigentlichen Darsteller in Aussehen und Größe ähnelt. Wenn es darum geht, eine Szene in der „Over-Shoulder“-Perspektive zu drehen, in welcher der Schauspieler seinem Doppelgänger zugewandt direkt gegenüber steht, stellt der Einsatz eines Körperdoubles eine einfache und -kostengünstige Art der Umsetzung dar. Diese Person steht mit dem Rücken zur Kamera und ist somit nicht vollends identifizierbar.

⁷ Lat. für: anderes Ich.

2 Historische Doppelgänger-Effekte

Das Motiv des Doppelgängers ist schon sehr lange Bestandteil der Menschheitsgeschichte und wurde in der Literatur und den bildenden Künsten oft beschrieben und dargestellt. Ende des 19. Jahrhunderts war es technisch möglich, Stimme, Schatten und Spiegelbild mechanisch zu reproduzieren und vorzuführen.⁸ Es begann eine Ära des „Sich-selber-Sehens“. Fotoapparate mit mehreren optischen Linsen wurden angefertigt, um eine aufgenommene Person vervielfältigt abbilden zu können. Diese Technik wurde Mitte des 19. Jahrhunderts vorrangig dazu genutzt stereoskopische Aufnahmen für dreidimensionale Bilder zu gewinnen.⁹ Jahrzehnte später war das Verfahren der Multiphotography populär. Hierbei handelte es sich um einen Trick der optischen Illusion (Abb.1 bis 3). Die aufgenommene Person saß – den Rücken zum Fotografen zugewandt – dicht vor zwei großen Spiegelplatten, die in einem Abstand von etwa 75 Grad zueinander standen.¹⁰ Neben dem Fotografen wurden ebenfalls zwei Spiegel aufgestellt, welche die Szenerie von hinten einfingen. Der Fotograf musste in einem günstigen Winkel hinter der Person stehen, damit er von den Spiegeln nicht erfasst wurde. Auf diese Weise wurde die Person aus fünf verschiedenen Blickwinkeln gleichzeitig reflektiert und ist auf dem fertigen Bild fünf Mal zu sehen.

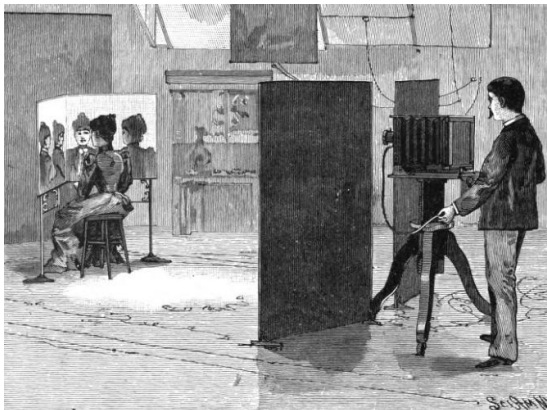


Abb. 1: Multiphotography-Aufnahme-Verfahren

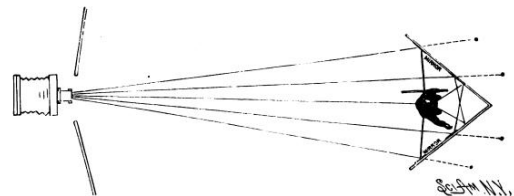


Abb. 2: Draufsicht auf die Konstellation



Abb. 3: Fertiges Ergebnis

⁸ Vgl. Bär, 2005, S. 495

⁹ Vgl. ebd., S.486.

¹⁰ Vgl. Woodbury, 1905, S. 8

Professionellere Doppelgänger-Portraits waren zu dieser Zeit ebenfalls realisierbar, indem sich die Fotografen der Methode der Mehrfachbelichtung bedienten. Der Fotograf löste den Fotoapparat zweimal aus, ohne den Film in der Kamera weiter zu spulen. Das Negativ wird an der gleichen Stelle doppelt belichtet: durch chemische Prozesse entsteht ein Mischbild, zweier durchscheinender Einzelbilder.¹¹ So wird es möglich, eine Person zweimal auf ein Foto zu bannen.

Mithilfe der fortschreitenden Technik und der Erfindung des Films bot sich die einzigartige Chance dem menschlichen Auge das zu zeigen, was vorher nur mit der eigenen Vorstellungskraft möglich war. Er erwies sich als geeignetes Mittel, um das Doppelgängermotiv zu inszenieren. Was in der Literatur nur geschrieben auf Papier bestehen bleibt, in der Malerei oder der Fotografie als eine statische Momentaufnahme abgebildet wird und im Theater lediglich angedeutet werden kann, wird nun in aller Deutlichkeit auf der Leinwand präsentiert.¹²

¹¹ Vgl. Wulff, Lexikon der Filmbegriffe. Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

¹² Vgl. Herget, 2009, S. 10

2.1 Kasch und Gegenkasch

2.1.1 L'homme orchestre

Der französische Filmpionier Georges Méliès setzte schon Ende des 18. Jahrhunderts fantastische Illusions-Tricks wie Doppelgängeraufnahmen um. So wurde von ihm 1900 der Kurzfilm „L'homme orchestre“ geschaffen, in welchem sich ein Mann in ein siebenköpfiges Orchester teilt (Abb. 4). Den fertigen Effekt nannte er *Superimposition*.¹³ Méliès schreibt in einem Text von 1906 über die aufwendige Prozedur die dabei angewandt werden musste, folgendermaßen:

*„The actor, playing different scenes ten times, must remember precisely to the second, while the film is running, what he was doing at the same instant in earlier takes and the exact location where he was in the scene [...] You can see from this just how difficult it is and how angry you get when, after three or four hours of work and sustained attention, a tear rips through the film after the seventh or eighth superimposition, forcing you to abandon the film and do everything over again.“*¹⁴



Abb. 4: Szene aus „L'homme orchestre“

¹³ Vgl. Ezra, 2000, S. 30

¹⁴ Abel, 1993, S. 45

2.1.2 Der Student von Prag

Einer der ersten Langspielfilme, welcher das Thema des identischen Doppelgängers aufgreift und für die damalige Zeit in verblüffender Weise tricktechnisch umsetzte, ist „Der Student von Prag“. Es handelt sich um ein deutsches Stummfilmdrama in vier Akten aus dem Jahr 1913, welches im Rahmen einer Gemeinschaftsarbeit zwischen dem Hauptdarsteller Paul Wegener mit Regisseur Stellan Rye, Autor Hanns Heinz Ewers und Kameramann Guido Seeber entstand. Er gilt als einer der ersten Kunstfilme und war in der Perfektion der technischen Ausführung seiner Zeit weit voraus.¹⁵

Der Film spielt in Prag im Jahre 1820 und handelt von dem armen Studenten Balduin, gespielt von Paul Wegener, der in ein Mädchen aus gutem Haus, verliebt ist. Balduin hat aufgrund seines niedrigen gesellschaftlichen Standes keine Möglichkeit, sich ihr zu nähern. Eines Tages taucht der mysteriöse Magier Scapinelli in seinem Haus auf und bietet ihm 100.000 Gulden an, wenn er als Gegenleistung etwas aus seiner Unterkunft mitnehmen dürfe. Der Student willigt ein und tappt in die Falle. Der Magier wählt Balduins Spiegelbild, welches sogleich ein Eigenleben entwickelt, aus dem großen Wandspiegel heraustritt, an dem schockierten Balduin vorüberschreitet und dem Scharlatan zur Tür hinaus folgt. Fortan ist Balduin reich und angesehen in der Gesellschaft, jedoch lauert ihm an jeder Ecke sein eigenes Spiegelbild auf und mischt sich in sein Leben ein. Wohin er auch geht, sein anderes „Ich“ ist bereits vor ihm da und macht ihm das Leben zur Hölle. Seine bloße Anwesenheit reicht aus, um den Protagonisten in den Wahnsinn zu treiben. Letztendlich schießt er auf sein leibgewordenes Spiegelbild und bringt sich mit dieser Tat selbst um.



Abb. 5: Balduin erschreckt sich vor seinem Spiegelbild

¹⁵ Vgl. Diederichs, 1985, S. 5-8

2.1.3 Effekterzeugung

Insgesamt werden in „Der Student von Prag“ elf Szenen mit einer Doppelgänger-Aufnahme gezeigt. In keiner dieser stets statischen Szenen berühren sich Protagonist und Doppelgänger. Selbst Fachleute waren schwer davon zu überzeugen dass die jeweiligen Bilder zweimal hintereinander belichtet worden waren, da die Aufnahmen trotz großer Projektion auf Leinwand eine perfekte Täuschung ergaben.¹⁶

Um den Effekt zu realisieren wurde, ein Verfahren angewandt, welches der Fotografie entnommen wurde: Die mehrfache Teilbelichtung des Films, mithilfe stationärer Masken, welche auch als Kasch und Gegenkasch bezeichnet werden. Im Kompendium der Kamera wurde dafür eine Abdeckung – beispielsweise ein Blechschieber oder ein Stück stabile Pappe – angebracht, die einen Teil der Optik abdeckte. Auf diese Weise wird der Film nur zur Hälfte belichtet. Aufgrund des geringen Abstandes zwischen Maske und Kamera, entstand eine weiche Übergangslinie zwischen den Bildteilen. Kameramann Guido Seeber schreibt dazu in seinem Buch „Der Trickfilm in seinen grundsätzlichen Möglichkeiten“ folgendes:

„Doch kann man nicht jede beliebige Stelle der Optik wählen, weil die Grenzlinien der Abdeckung nur bei Innehaltung einer bestimmten Entfernung mit Sicherheit einwandfrei verschmelzen. Eine durchaus bewährte Entfernung ergibt sich durchweg aus der etwa 1 ½ fachen Brennweite der zur Anwendung gelangenden Optik“¹⁷

Beispielsweise wird auf der linken Bildhälfte des Raumes ein Darsteller gefilmt, während die rechte Seite durch das halbseitig bedeckte Objektiv schwarz bzw. abgekascht bleibt. Anschließend wird der Film in der Kamera bildgenau zum Anfang der ersten Aufnahme zurückgespult und der Vorgang wiederholt sich auf umgekehrte Weise. Nun wird die linke Bildseite mithilfe der Maske abgedeckt und der gleiche Schauspieler, gefilmt wie er auf der rechten Seite des Raumes agiert. Auf dem entwickelten Film ist der Schauspieler zweimal zu sehen und steht somit seiner eigenen Person gegenüber (Abb.6).

¹⁶ Vgl. Seeber, 1979, S. 54-55

¹⁷ Seeber, 1979, S. 55

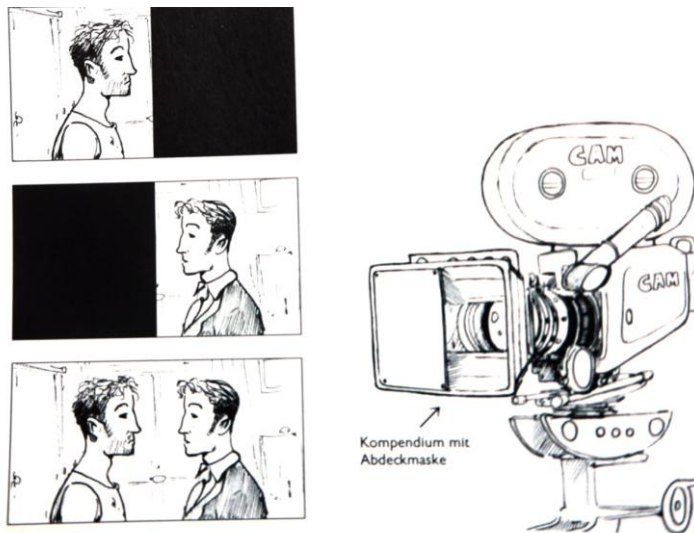


Abb. 6: Kasch-Gegenkasch-Technik

Damit es nicht zu Verschiebungen im Bild kommt, muss das Set in beiden Bildteilen identisch gehalten werden. Besonders anspruchsvoll ist diese Split-Screen-Methode¹⁸ bei Außenaufnahmen, da es dann zu Veränderungen der Szenenbeleuchtung und der Umgebung kommen kann. Um gute Ergebnisse zu erhalten, muss strengstens genau darauf geachtet werden, dass die Kamera bei der Aufnahme nicht bewegt wird bzw. nicht wackelt damit bei der Projektion keine „gegenseitige Verschiebung der nacheinander erfolgten Teilbelichtungen“ sichtbar wird.¹⁹ Die Maske muss nicht zwingend in der Bildmitte verlaufen. Jede mögliche Bildaufteilung ist realisierbar. Wenn eine Person drei oder mehrmals nebeneinander auftauchen soll, so wird der Ausschnitt der Bildfeldmaske in drei oder mehr Teile geteilt.²⁰ Bei einer Aufnahme von sieben Doppelgängern – wie in George Méliès „L’homme orchestre“ – durfte folglich nur ein kleiner Spalt, jeweils ein Siebtel der Linse, zur Aufnahme freigelassen werden.

Anfang des 20. Jahrhunderts wurde der Film der analogen Kameras noch durch das gleichmäßige Drehen einer Kurbel durch den Kameramann transportiert. Nach der ersten Teilbelichtung musste der Film bei geschlossenem Objektiv wieder zurück auf den Ausgangspunkt gedreht werden. Während des Drehs einer Teilbelichtung musste der Kameramann die Kurbelumdrehungen mitzählen, damit er den Film um die gleiche Anzahl an Kurbelumdrehungen zurückdrehen konnte.

¹⁸ Split Screen = Visueller Effekt, der das Filmbild in zwei Bereiche aufteilt.

¹⁹ Seeber, 1979, S. 59

²⁰ Vgl. ebd., S. 57

2.1.4 Der Gefangene von Zenda

Ein weiteres Beispiel für erfolgreiche historische Doppelgängeraufnahmen bietet der US-amerikanische Abenteuerfilm „Der Gefangene von Zenda“ aus dem Jahr 1937. Es handelt sich hierbei schon um die vierte Verfilmung des gleichnamigen Romans von Anthony Hope. Regie führte John Cromwell und die doppelte Hauptrolle übernahm der britische Schauspieler Ronald Colman. Die Geschichte spielt in dem kleinen fiktiven Königreich Ruritania, welches mit seinem Schloss Zenda an eine Märchenstadt erinnert. Der Engländer Rudolf Rassendyll macht Urlaub in der Gegend und trifft im Wald durch Zufall auf Rudolf den V., den zukünftigen König des Ortes, dessen Krönung kurz bevorsteht. Die Männer stellen fest, dass sie sich nicht nur den Vornamen teilen, sondern auch zum Verwechseln ähnlich sehen. Im weiteren Verlauf finden und sie finden heraus, dass sie miteinander verwandt sind.

In dieser Begegnungs-Szene wurde vom Regisseur David O. Selznick sogar ein Handschütteln der beiden Protagonisten inszeniert. Dieser Effekt wurde möglich gemacht, indem die Szene zunächst mit einem Körperdouble gedreht wurde. Vor dem Kompendium der Kamera war eine Glasscheibe angebracht worden, auf der schwarzes Klebeband die Stelle bedeckte, an welcher der Kopf und die Schultern des Doubles zu sehen waren. Für den zweiten Drehdurchlauf wurde die gesamte Glasscheibe schwarz abgeklebt, so dass nur das kleine Fenster an der vorher unbelichteten Stelle frei blieb.²¹ Der Film wurde zurück an den Szenenanfang gespult, während Coleman sich mit gewechseltem Kostüm an den exakt gleichen Platz stellte, auf dem das Double vorher gestanden hatte. So wurde das Bild, während er seine zweite Rolle spielte, nur an der Stelle seines Kopfes und Schulteransatzes belichtet. Im fertigen Filmbild passen der Körper des Doubles und der Kopf des Schauspielers genau aufeinander.



Abb. 7: Handschütteln in „Der Gefangene von Zenda“, rechter Kopf wurde montiert

²¹ Vgl. Ronald, 1982, S. 211

2.2 Der optische Printer

Die Erfindung des optischen Printers machte es möglich, dass Spezialeffekte wie die Mehrfachbelichtung nicht mehr direkt in der Kamera hergestellt werden mussten, sondern in der Nachbearbeitung aus zwei Filmen zusammengesetzt werden konnten.

Diese Arbeitsweise wurde 1962 in der von Disney produzierten Filmkomödie „Die Vermählung ihrer Eltern geben bekannt“, englisch „The Parent Trap“ angewandt. Der Film adaptiert Erich Kästners Geschichte „Das doppelte Lottchen“. Die 13-jährigen Mädchen Hedy und Susan Evers treffen in einem Ferienlager aufeinander. Beide haben sich nie zuvor getroffen und sehen sich zum Verwechseln ähnlich. Nach anfänglichen Reibereien untereinander stellen sie fest, dass sie eineiige Zwillinge sind, die getrennt voneinander bei jeweils einem Elternteil aufwuchsen. Hedy in Boston, ihre Schwester in Monterey, Kalifornien. Um ihre geschiedenen Eltern wieder zusammen zu bringen, tauschen sie bei der Abreise die Rollen. Es handelt sich um die dritte Realfilm-Adaption und erstmals werden die Zwillingmädchen nicht von echten Zwillingen, sondern von einer einzigen Schauspielerin, Hayley Mills, gespielt.

Ein optischer Printer – auch optische Bank genannt – besteht aus einem einzelbildweise arbeitenden Filmprojektor mit Bi-Pack-Möglichkeit²² und einer gleichzeitig zugeschalteten Kamera, deren Objektiv auf das offene Bildfenster des Projektors gerichtet ist (Abb. 8).²³ Die beiden optischen Geräte sind auf einer Schiene präzise gegeneinander verschiebbar. Zusätzlich werden optische Elemente wie Linsen und halbdurchlässigen Spiegel so angeordnet, dass sich getrennt aufgenommene und im Projektor laufende Bildelemente zu einer neuen Bildkombination vereinigen lassen.²⁴ Dieses Verfahren ermöglicht eine Vielzahl von Möglichkeiten, darunter auch der Einsatz von Mehrfachbelichtungen und Split Screen. Damit die Trennlinie der beiden zusammengesetzten Sequenzen nicht auffällt, wurde sie meistens an markanten Stellen im Bild wie Schatten oder Türrahmen entlang geführt (Abb. 9).

²² Der Filmkanal ist dafür ausgestattet, zwei Filmstreifen gleichzeitig hindurch laufen lassen zu können.

²³ Vgl. Giesen, Lexikon der Filmbegriffe. Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, 2012

²⁴ Vgl. Giesen, 2001, S. 223

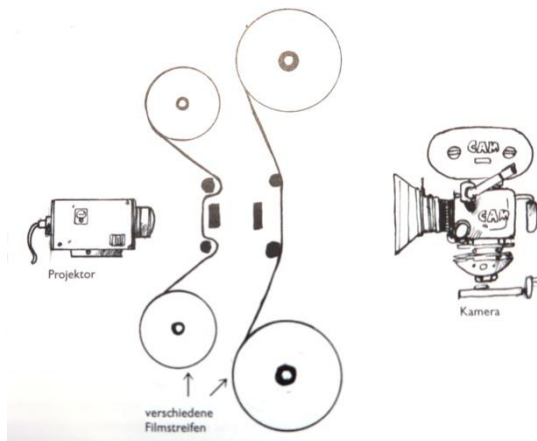


Abb. 8: Aufbau eines optischen Printers



Abb. 9: The Parent Trap: Andeutung des Split-Screens mit gestrichelter Linie

2.3 Travelling Matte

Es wurde schon sehr früh nach Möglichkeiten gesucht, die Trennlinie des Splitscreens zu überwinden und die Illusion zu schaffen, dass sich die Doppelgänger gegenseitig verdecken. So wurde ein aufwendiges Verfahren entwickelt, mit dem die bewegten Personen in ihrer Form vom Bild herausgelöst werden konnten. Bei der Travelling Matte-Technik handelt es sich um die Kombination zwei oder mehrerer Filmszenen mittels beweglicher Masken – auch Wandermasken genannt – die sich einzelbildweise dem Vorder- und Hintergrund anpassen.²⁵ Auf diese Art konnten Vordergrundhandlungen mit neuen Hintergründen verbunden oder umgekehrt Hintergründe von Außenaufnahmen mit anderen Vordergründen zu einem neuen Filmbild kombiniert werden. Aufnahmen, welche nur sehr schwer oder gar nicht mit Realaufnahmen erzielt werden konnten, werden auf diese Weise möglich.²⁶

Der US-amerikanische Musical-Film „Der Wundermann“ setzte dieses Verfahren ein, um den Schauspieler Danny Kaye in einer Szene eine Doppelrolle spielen zu lassen. Der Film bekam einen Oskar für die besten Spezialeffekte.

²⁵ Vgl. Giesen, Lexikon der Special Effects von den ersten Filmtricks bis zu den Computeranimationen der Gegenwart, 2001

²⁶ Vgl. Giesen, 2001, S. 328

Die Handlung dreht sich um zwei eineiige Zwillingbrüder, die unterschiedlicher kaum sein könnten. Buster Dingle tritt als schriller Showstar in einem Nachtclub auf, während sein introvertierter Bruder lieber zurückgezogen über seinen Büchern hockt. Beide haben sich seit Jahren nicht gesehen. Als Buster Zeuge eines Mordes wird, der von der Maffia in Auftrag gegeben wurde, muss er das mit seinem Leben bezahlen. Er kehrt als Geist zurück und kontaktiert seinen Zwillingbruder um Gerechtigkeit zu schaffen. In einer Einstellung dieser Szene gestikulieren beide Brüder dicht beieinander, wodurch sich ihre Armbewegungen überlappen.

Bis die Bildbearbeitung digitalisiert wurde, war diese Travelling Matte-Technik sehr populär, allerdings erforderte sie auch einen enorm komplizierten Arbeitsaufwand.²⁷ Um so eine Maske zu generieren, wird der Darsteller, welcher im Vordergrund agieren soll, zunächst vor einem weißen Hintergrund gefilmt. Von diesem Negativ wird eine kontrastreiche Positiv-Kopie erzeugt, welche durch chemische Prozesse verstärkt wird, bis nur die schwarze Silhouette der Figur bleibt. Diese Maske entspricht somit dem Umriss des Darstellers. Nun wird der Hintergrund mittels dieser Maske freigestellt. Es entsteht ein Negativ, bei dem genau der Bereich des Darstellers unbelichtet ist. Dieses Negativ muss nun erneut, gemeinsam mit dem ursprünglichen Material des Darstellers, mithilfe eines optischen Druckers belichtet werden. Auf diese Weise wird ein Bild erzeugt, dass die Figur des Darstellers vor einem neuen Hintergrund zeigt. Um daraus eine Bewegtbild-Sequenz zu erzeugen, muss dieser Prozess einzelbildweise auf die gesamte Länge der Szene angewandt werden.



Abb. 10: Der Schauspieler Danny Kaye interagiert direkt vor seinem Ebenbild

²⁷ Vgl. Mulack & Giesen, 2002, S. 33

3 Aktuelle Produktionen mit Doppelgänger-Szenen

In den letzten 20 Jahren der Filmproduktion entstanden eine ganze Reihe bedeutender Spielfilme, die das Doppelgängermotiv anschaulich umsetzten. Stars wie Nicolas Cage, Jesse Eisenberg und Lindsay Lohan ließen sich mit allen möglichen Tricks des digitalen Zeitalters auf der Kinoleinwand vervielfältigen. Die Inszenierungen verfolgen ganz unterschiedliche Konzepte, doch die visuelle Darstellung ist außerordentlich überzeugend.

Aufgrund der großen Vielfalt an Filmproduktionen, die das mehrfache Auftreten von Personen thematisieren und mit Spezialeffekten demonstrieren, beschränkt sich die Autorin in dieser Arbeit nur auf ausgewählte Filmbeispiele. In diesem Kapitel werden vier Filme vorgestellt, die das Doppelgänger-Motiv behandeln und dabei verschiedene Techniken der Umsetzung einsetzen. Die Filme werden später zur Analyse der einzelnen Methoden der Effekt-Herstellung hinzugezogen.

3.1.1 Ein Zwilling kommt selten allein

Filmdaten

Originaltitel:	The Parent Trap
Produktionsland:	USA
Originalsprache:	englisch
Erscheinungsjahr:	1998
Filmlänge:	127 min
Regie:	Nancy Meyers
Produktion:	Charley Shyer
Darsteller in Mehrfachbesetzung:	Lindsay Lohan

Inhalt

Diese Disney-Produktion ist eine Neuverfilmung der Komödie „Die Vermählung ihrer Eltern geben bekannt“. Sogar der Titel „The Parent Trap“ der englischen Originalfassung wurde übernommen. Auch die Handlung weist starke Parallelen auf. Die Zwillingmädchen heißen dieses Mal Annie und Hallie. Sie finden ebenfalls in einem Ferienlager heraus, dass sie Zwillinge sind, die bei der Scheidung ihrer Eltern getrennt wurden. Der Ort der Handlung wurde über zwei Kontinente verteilt. So wuchs Hallie bei ihrem Vater in Kalifornien auf, während Annie bei ihrer Mutter in London lebt.

Beide tauschen die Rollen, um ihre Familie wieder zu vereinen. Gespielt wurde die doppelte Hauptrolle von Lindsay Lohan. Neben den Veränderungen an Namen und Schau-Ort, hat sich auch das Verfahren zur Erzeugung des Doppelgänger-Effekts gewandelt.



Abb. 11: Filmausschnitt aus "Ein Zwilling kommt selten allein"

3.1.2 Adaption – Der Orchideen-Dieb

Filmdaten

Originaltitel:	Adaptation.
Produktionsland:	USA
Originalsprache:	englisch
Erscheinungsjahr:	2002
Filmlänge:	110 min
Regie:	Spike Jonze
Produktion:	Jonathan Demme, Vincent Landay, Edward Saxon
Darsteller in Mehrfachbesetzung:	Nicolas Cage

Inhalt

Charlie Kaufmann, der Drehbuchautor von „Being John Malkovich“, bekommt den Auftrag, das Buch „Der Orchideen-Dieb“ von Susan Orlean für einen Film zu adaptieren. In dem Buch geht es um John Laroche, einen verschrobenen Sammler, der seltene Orchideen von Indianern aus Sümpfen stehlen lässt. Charlie Kaufmann interessiert sich für die Geschichte, doch er findet keinen Einstieg und scheitert stets an seinem geringen Selbstwertgefühl. Er lebt gemeinsam mit seinem lebensfrohen Zwillingbruder Donald in einem Haus in Kalifornien. Donald hat sich nach einem Seminar eines Literatur-Gurus ebenfalls in den Kopf gesetzt, Drehbuchautor zu werden und schreibt begeistert an einem klischeebehafteten Thriller, was Charlie nur genervt hinnimmt. Schon nach kurzer Zeit feiert Donald mit seinem Script erste Erfolge, während Charlie fast verzweifelt. Die beiden Brüder beginnen fortan zusammen zu arbeiten und bespitzeln die Autorin Susan Orlean, um an interne Informationen zu kommen. Tatsächlich decken sie auf, dass sie eine langjährige Affäre mit ihrem Klienten John Laroche hat und die weiße Geist-Orchidee zur Drogenherstellung benutzt. Als John und Susan den Drehbuchautor beim Spionieren erwischen, beginnt eine wilde Jagd im Sumpf.



Abb. 12: Filmausschnitt aus "Adaption – Der Orchideen-Dieb"

3.1.3 Moon

Originaltitel:	Moon
Produktionsland:	UK
Originalsprache:	englisch
Erscheinungsjahr:	2009
Filmlänge:	97 min
Regie:	Duncan Jones
Produktion:	Stuart Fenegan, Trudie Styler
Darsteller in Mehrfachbesetzung:	Sam Rockwell

Inhalt

Die Geschichte spielt in der nahen Zukunft. Der Energiebedarf der Erde wird durch den Rohstoff Helium-3 gedeckt, der sich auf dem Mond befindet. Um dafür zu sorgen, dass der Abbau des Materials mit riesigen Maschinen reibungslos vonstattengeht, ist der Astronaut Sam Bell im Auftrag des Großunternehmens Lunar Industries für drei Jahre auf einer Mondbasis stationiert. Er ist sehr einsam, da die direkte Kommunikation zur Erde seit seiner Ankunft abgebrochen ist. Sein einziger Kontakt auf der Basis ist ein intelligenter Sprechcomputer namens GERTY. Ein paar Tage vor seinem vorgesehenen Arbeitsende beginnt Sam zu halluzinieren. Er verursacht außerhalb der Basis mit seinem Fahrzeug einen Unfall und wird dabei schwer verletzt. Gerettet wird von einem Mann gerettet, welcher haargenau so aussieht wie er selbst. Nach anfänglichem Schock beginnen die beiden zusammen zu arbeiten. Sie finden heraus, dass sie Klone sind, die von Lunar Industries nur zu dem Zweck erschaffen wurden, für jeweils drei Jahre die Arbeit auf dem Mond zu verrichten. Unter der Basis befindet sich ein Lager mit hunderten weiteren Klonen, die von der Firma – je nach Bedarf – aus ihrem künstlichen Schlaf geweckt werden können. Die beiden Sam's beschließen zu fliehen.



Abb. 13: Filmausschnitt aus "Moon"

3.1.4 The Double

Originaltitel:	The Double
Produktionsland:	UK
Originalsprache:	englisch
Erscheinungsjahr:	2013
Filmlänge:	93 min
Regie:	Richard Ayoade
Produktion:	Robin C. Fox, Amina Dasmal
Darsteller in Mehrfachbesetzung:	Jesse Eisenberg

Inhalt

Der Inhalt dieses schwarz humoristischen Thrillers basiert auf der Novelle „Der Doppelgänger“ von Fjodor Dostojewski. Die Handlung wurde in eine düstere Welt verlegt, in welcher der Protagonist Simon James, gespielt von Jesse Eisenberg, seinem tristen Alltag hinterher hängt. Er ist kleinlaut, unsicher und wird von den Menschen in seiner Umgebung kaum wahrgenommen. Sein Interesse gilt seiner Nachbarin Hannah, welche auch im gleichen Werk wie er arbeitet. Eines Tages taucht ein neuer Mitarbeiter namens James Simon auf, der ihm im äußeren Erscheinungsbild exakt gleicht, doch charakterlich das genaue Gegenteil von Simon James darstellt: charismatisch, laut, direkt und hinterlistig. Dieses Verhalten schafft bei den Kollegen Respekt ein und macht ihn bei den Frauen beliebt, während Simon James noch immer ignoriert wird. Keiner scheint die Ähnlichkeit der Beiden zu bemerken. Nach dem anfänglichen Schock freunden sich die unterschiedlichen Charaktere zunächst an. Doch als der Doppelgänger beginnt Simon James auszubeuten und überdies eine Beziehung mit Hannah eingeht wird klar, dass nur einer von beiden bleiben darf.



Abb. 14: Filmausschnitt aus "The Double"

3.2 Technische Unterstützung der schauspielerischen Leistung

Eine Rolle gegen sich selbst zu spielen, gilt als eine der größten Herausforderungen der Schauspielbranche. Es erfordert viel Konzentration und Hingabe, um die beiden Charaktere glaubhaft miteinander interagieren zu lassen. Wenn diese Voraussetzung fehlt, wird jeder noch so ausgefeilte visuelle Effekt hinfällig, da der Zuschauer ihm keinen Glauben schenkt. Um dem Schauspieler und auch dem Filmschaffenden die Arbeit zu erleichtern, haben sich eine Reihe verschiedener Techniken entwickelt.

In erster Linie werden für die Aufnahme der Szene Platzhalter an die Stelle des nicht real vorhandenen Protagonisten gesetzt, die dem Darsteller bei seinem Spiel als visuelle Referenz dienen. Häufig wird dafür ein Tennisball auf einem Stock verwendet, dessen Bewegungen der Schauspieler mit den Augen verfolgt. Desweiteren kann auch ein sogenanntes Stand In, eine Person in gleicher Körpergröße, eingesetzt werden, damit der Schauspieler nicht ins Leere sprechen muss, sondern eine Bezugsperson hat, die später aus dem Bild entfernt wird. Nicht nur die Dialoge werden auf diese Weise glaubwürdiger, auch die natürliche Reflexion von Licht und Schatten des Gegenübers wird gewährleistet und muss nicht am Computer nachbearbeitet werden.²⁸

Damit der Schauspieler weiß, wann er seine Einsätze hat werden auditive Mittel angewandt. So tragen einige Schauspieler bei der Aufzeichnung einer Doppelgänger-Szene einen speziellen Ohrstöpsel, mit welchem sie während der zweiten Aufzeichnung der Szene ihre eigene Stimme aus der ersten Aufnahme hören und anhand dessen angemessen reagieren können. Dies war beispielsweise im Film „Ein Zwilling kommt selten allein“ der Fall. Dort trugen alle Schauspieler die mit den gedoppelten Protagonistinnen in einer Szene spielten ebenjene Miniatur-Kopfhörer.²⁹ Als zusätzliche Maßnahme können auf diese Weise können auch vor und nach der Sprachsequenz des ersten Charakters Piep-Töne eingefügt und dem Schauspieler direkt ins Ohr geschickt werden, damit er bei der Aufzeichnung des zweiten Dialogs zeitlich korrekt in das Gespräch einsteigen kann.³⁰ Dies ist vor allem bei Szenen hilfreich, in denen die beiden Hauptcharaktere synchrone Bewegungen machen sollten.

²⁸ Vgl. Meyers, 2006

²⁹ Vgl. ebd.

³⁰ Vgl. ebd.

4 Digitaler Splitscreen in statischer Szene

Splitscreen bedeutet übersetzt: „geteilter Bildschirm“. Zwei Aufnahmen werden zu einem Gesamtbild zusammengesetzt. Diese Methode wurde in manueller Form schon bei dem vorher beschriebenen historischen Film „Der Student von Prag“ benutzt. Am Einfachsten gestaltet sich die Umsetzung wenn die beiden Versionen des Schauspielers getrennt voneinander im Raum stehen und keine Kamerabewegung von Nöten ist.

4.1.1 Grundprinzip

Die Aufnahme der Szene erfolgt in zwei Schritten. Der Schauspieler verkörpert erst den einen Part seiner Doppelrolle. Anschließend wird die Szene wiederholt, mit dem Unterschied, dass nun der Schauspieler in seine zweite Rolle schlüpft. Die Kamera muss bei den beiden Aufnahmen auf einem stabilen Stativ stehen und darf nicht bewegt werden. Die Kameraeinstellungen und Lichtverhältnisse sollten sich ebenfalls nicht verändern, da sonst ein Mehraufwand bei der Nachbearbeitung entsteht. Das Set muss zwischen den beiden Drehdurchläufen identisch belassen werden, da sich auch kleinere Veränderungen später bemerkbar machen.

In der Postproduktion werden die beiden Clips in der Timeline so platziert, dass der Erste in einer Ebene über bzw. unter dem Zweiten liegt. Über den in der Timeline oberhalb platzierten Clip wird eine grobförmige Maske gelegt, welche den vom Schauspieler unbespielten Bereich der Aufnahme abdeckt.

„Eine Maske (engl.: matte) ist ein Graustufen-1-Kanal-Bild, dessen Pixel-bzw. Graustufenwerte benutzt werden, um die Transparenz oder eine andere Eigenschaft einer Ebene/Layer zu steuern.“³¹

Die Transparenz des Clips kann folglich innerhalb dieser Fläche auf 0 % herunter geregelt werden, sodass der darunter liegende Clip zum Vorschein kommt. Damit die beiden Hälften nahtlos ineinander übergehen, sollte die Kantenschärfe der Maske möglichst niedrig sein. Dies ermöglicht eine Weichzeichnung der Trennlinie.

³¹ Dummler, 2010, S. 289

4.1.2 Anwendung

Ein Zwilling kommt selten allein

Ein Großteil der Doppelgänger-Szenen aus dem Film „Ein Zwilling kommt selten allein“ wurde mit der Anwendung des digitalen Splitscreens bewerkstelligt. Die damals 11-jährige Lindsay bekam als Referenz ein *Stand In* zur Seite gestellt, damit sie sich beim Spielen orientieren konnte (Abb.15). Am Set von „Ein Zwilling kommt selten allein“ wurden dafür sechs Mädchen eingesetzt, welche alle die gleiche Körpergröße, Statur, Haarfarbe und Haarlänge wie Lindsay hatten.³²

Der Bildbereich mit dem Double wurde später herausgeschnitten bzw. transparent gemacht, um ihn durch die Gegensequenz mit Lindsay auszutauschen. Für die Bewerks-
telligung wurde unter anderem mit Software der Firma Avid Technology gearbeitet.³³



Abb. 15: Links: Lindsay, rechts: Double



Abb. 16: rechts: weg-
geschnittener Bildteil



Abb. 17: Filmbild wird mit Material
des zweiten Drehs ergänzt

³² Vgl. Meyers, 2006

³³ Vgl. ebd.

Moon

In diesem Film findet eine anspruchsvollere Umsetzung des Doppelgänger-Effekts unter Einsatz der Splitscreen-Technik statt. Die beiden Klone liefern sich darin gegenseitig ein Tischtennis-Duell.³⁴ Es wird ein zügig gespielter Spieldurchlauf gezeigt, in dem Sam 1 die Schläge seines Gegners mit Leichtigkeit pariert, wohingegen Sam 2 sehr cholerisch auf seine Niederlagen reagiert.

In der ersten Aufnahme wurde Sam 1 dabei gefilmt, wie er links vom Tisch steht und mit der Kelle locker aus dem Handgelenk zuschlug, während er vorgab einen Tischtennisball zu treffen. Im zweiten Durchlauf musste die Gegenreaktion von Sam 2 auf der rechten Seite exakt spiegelverkehrt wiedergegeben werden, was eine hohe Konzentration des Schauspielers erforderte. In der Postproduktion wurde ein 2D-animierter Tischtennisball eingefügt und die Clips so aufeinander abgestimmt dass die Bewegungen exakt zusammen passten.³⁵



Abb. 18: Tischtennispiel zwischen den Klonen Sam 1 und Sam 2 in „Moon“

³⁴ Vgl. Jones, Duncan (12. Juni 2009): Moon. TC: 00:38:30 – 00:39:20.

³⁵ Vgl. Shay, 2009

4.1.3 Aufwand

Während der zweifachen Aufzeichnung des Filmmaterials sind eine Kamera, ein stabiles Stativ und die Beleuchtung des Sets notwendig. Je nach eingesetzten Sachmitteln kann die benötigte Zeit für den Aufbau variieren, beispielsweise wenn eine besondere Art der Beleuchtung oder eine üppige Ausstattung der Kulisse gewünscht ist. Die Kosten eines Drehs lassen sich jedoch nicht pauschalisieren und sind unter anderem von der Anzahl des Fachpersonals, dem verwendeten Equipment und dem Drehort abhängig. Im Kinofilmbereich können pro Drehtag Summen im fünfstelligen Bereich anfallen.³⁶

Die Kosten für VFX-Effekte orientieren sich an der benötigten Arbeitszeit und werden von einem Unternehmen jeweils pro 8-Stunden Tag berechnet.³⁷ Es können starke preisliche Abweichungen je nach Größe des Produktionshauses auftreten. Gayle Busby, der Visual Effects Producer des Films „Ein Zwilling kommt selten allein“ merkte in einem persönlichen Interview gegenüber der Autorin Folgendes zur Splitscreen-Technik an:

„An ILM Type House could charge \$5-\$6K per Shot dependig on the total award of work. A smaller house could charge as little as \$500. Even less for a Freelance Artist.“³⁸

Es handelt sich hierbei um eine grobe Kostenschätzung, die in dieser Arbeit lediglich als Richtlinie dienen soll. Zur Nachbearbeitung des Filmmaterials wird ein Schnitt- oder ein VFX-Programm erforderlich, welches die Funktion unterstützt, mehrere Ebenen übereinander legen zu können und deren Transparenz zu beeinflussen. Am einfachsten gestaltet sich das Compositing wenn die Darsteller niemals den gleichen Raum bespielen. In diesem Fall müssen die Clips lediglich an einer Stelle zwischen den Charakteren zusammengefügt werden, die von keinem der Beiden verdeckt wird. Es handelt sich hierbei um eine stationäre Maske. Sollten die Charaktere in der Szene zeitlich

³⁶ Vgl. Busby, Interview , 25.01.2015, Anhang S. XIX

³⁷ Vgl. Selchow, Interview, 30.01.2015, Anhang S. XX

³⁸ Busby, Interview , 25.01.2015, Anhang S. XVII

versetzt die gleiche Stelle im Raum passieren, so muss die Trennlinie zwischen den Clips für diesen Moment verschoben werden.

Die Bearbeitung einer 10-sekündigen Szene mit Splitscreen-Verfahren durch einen professionellen Digital Compositor nimmt in der Regel wenige Stunden bis maximal einen halben Tag in Anspruch.³⁹ Wenn durch ungenaue Arbeit beim Dreh, Fehler bei der Aufzeichnung entstehen, wie beispielsweise Lichtunterschiede zwischen den beiden Clips oder ein Bildzittern, kann sich die Arbeit in der Postproduktion deutlich verlängern.

Inzwischen existiert auf dem Markt auch mobile Anwendungssoftware, die Splitscreen-Aufnahmen mit dem Smartphone fast in Echtzeit ermöglichen, wie beispielsweise die App *Split Lens* von Apple.⁴⁰ Dies ist aufgrund der vergleichsweise schlechten Aufnahme-Qualität im Gegensatz zu professionellen Kameras nicht für Spielfilmproduktionen geeignet. Trotzdem zeigt sich hieran deutlich wie simpel und schnell die Möglichkeiten zur Effekterzielung mit Splitscreen geworden sind.

4.1.4 Qualität

Das Ergebnis der digitalen Splitscreen-Technik sind Bildkompositionen, wie sie auch schon vor hundert Jahren möglich waren. Es ergeben sich Beeinträchtigungen in der Bildgestaltung, da sich die Bildbereiche der beiden Charaktere nicht zur gleichen Zeit überschneiden dürfen. Dies gilt ebenfalls für weitere Darsteller und Komparsen, wenn diese sich während einer Doppelgänger-Aufnahme im Bild aufhalten. Teile der Personen werden unsichtbar und wirken wie abgeschnitten, sobald sie die Grenze zwischen den beiden Clips überschreiten. Das hat zur Folge, dass sich die gedoppelten Darsteller weder verdecken noch berühren oder über die ganze Länge des Bildes agieren können. Objekte können zwischen den Darstellern nur dann ausgetauscht werden, wenn sie in der Postproduktion hinzugefügt werden.

³⁹ Vgl. Wernstedt, Interview, 25.01.2015, Anhang S. XVI

⁴⁰ Apple Inc.

Das direkte Überreichen und Ergreifen eines Gegenstandes ist nicht möglich. Die Figuren bleiben immer durch einen gewissen Sicherheitsabstand voneinander getrennt.

Es ist – je nach Einstellungsgröße des Bildes – nur eine beschränkte Menge von Doppelgängern im Bild möglich, da ab einer bestimmten Anzahl von Personen nicht mehr gewährleistet werden kann, dass sie die Trennlinien nicht überschreiten. Dabei gilt dass bei totalen und halbtotale Einstellungen mehr Personen im Bild abgebildet werden können, als bei nahen Einstellungen.

Außendrehs sind möglich, gestalten sich aber anspruchsvoller, da sich die Umgebung und die Lichtverhältnisse unter natürlichen Bedingungen ständig ändern. Dies muss in der Postproduktion ausgeglichen werden. Jegliche Kamerabewegungen wie Schwenks, Neigungen, Drehungen, Kamerafahrten und Zoom sind innerhalb einer solchen Sequenz ohne ein Motion Control System nicht möglich, da das Resultat einer Doppelgänger-Aufnahme sonst ausbleibt.

4.1.5 Wirtschaftlichkeit

Zusammenfassend betrachtet ist die Splitscreen-Variante eine unkomplizierte Technik, die mit einem relativ geringen Gesamt-Zeitaufwand und verhältnismäßig niedrigen Kosten durchführbar ist. Bei einer akkuraten Arbeitsweise ist das Resultat eine überzeugende Täuschung. Es ist sinnvoll, diese Methode immer dann einzusetzen, wenn in einer unbewegten Szene keine physische Interaktion zwischen den Doppelgängern benötigt wird, beispielsweise wenn sich die beiden an einem Tisch gegenüber sitzen. Auf diese Weise können Zeit, Arbeit und Kosten eingespart werden, die anfallen würden, um die Bildeinschränkungen auszugleichen. Dementsprechend sollte im Sinne der Wirtschaftlichkeit immer abgewogen werden, inwiefern der erforderliche Arbeitsaufwand für die gewünschte Szene gerechtfertigt ist. Entscheidend ist dass der Einsatz einer bestimmten Technik zur Effekterzielung von der jeweiligen Situation abhängt.

5 Bewegte Masken in statischer Szene

In der oben beschriebenen Methode des Splitscreens entstehen Nachteile darin, dass sich darin dass sich die verdoppelten Darsteller weder verdecken oder gar aneinander vorbeilaufen dürfen, da die Illusion sonst aufgehoben wird. Um diesen Effekt zu vermeiden müssen Masken erstellt werden, die sich präzise mit dem freigestellten Element mit bewegen. Es handelt sich um die digitale Anwendung des historischen Travelling-Matte-Verfahrens.

5.1 Maskenextraktion durch Keying

Eine Variante, für das genaue Maskieren des Protagonisten ist das *Keying*, eine Methode der farbbasierten Bildfreistellung. Die Vorgehensweise ist etwas komplexer als das simple Teilen des Bildschirms; sie bringt aber auch viele Vorteile mit sich.

5.1.1 Grundprinzip

Keying ist ein semi-automatischer Vorgang, bei dem der Rechner die Intensitäts- bzw. die Farbwerte eines Clips auswertet und eine Maske erstellt, um ein Vordergrundelement im Filmbild von seinem Hintergrund zu lösen.⁴¹ Das auf diese Weise isolierte Bildobjekt kann anschließend vor einem neuen Hintergrund eingefügt werden.

Für die Ausstattung der Szene wird ein Bluescreen bzw. Greenscreen benötigt, ein monochrom blau- oder grünfarbiger Hintergrund, welcher meist aus Stoff besteht. Mit dem digitalen Verfahren des *chroma keyings* kann jede beliebige Farbe als Schlüssel-farbe dienen. Farben mit hoher Sättigung, wie Blau und Grün erzielen die besten Ergebnisse beim Freistellen von Personen, da sie sehr selten am menschlichen Körper vorkommen und sich gut vom Hutton unterscheiden lassen.⁴²

⁴¹ Vgl. Dummler, 2010, S. 309

⁴² Vgl. Samuelson, 1998, S. 91

Bei der Aufnahme des Schauspielers vor einem Greenscreen sind folgende Punkte zu beachten:

- 1) Der farbige Hintergrund sollte stets gleichmäßig mit diffusem Licht ausgeleuchtet sein und keine Falten werfen.
- 2) Der Darsteller muss separat ausgeleuchtet werden, um sich besser vom Hintergrund abzuheben. Es dürfen dabei keinesfalls Schatten auf den Hintergrund geworfen werden, da diese sonst auch auf dem eingefügten Hintergrundbild zu sehen sind.
- 3) Der Schauspieler darf nicht zu nah am Hintergrund stehen, damit die Farbe nicht auf ihn reflektiert wird und farbige Bereiche auf der Haut oder der Kleidung entstehen.
- 4) Der Darsteller darf keine Farbe beispielsweise in Form von Kleidung oder Kopfschmuck am Körper tragen, die der Hintergrundfarbe gleicht, da dieser Bereich sonst im späteren Keying-Prozess transparent wird und ungewollte Löcher im Bild entstehen.

Nach der Aufzeichnung kann in der Postproduktion mithilfe eines Computerprogramms der Schauspieler vom Hintergrund getrennt werden, in dem ein Keying-Verfahren eingesetzt wird, welches die grüne oder blaue Farbe im Bild heraus rechnet.

Nicht jeder Keyer arbeitet nach dem gleichen Prinzip, sondern es existieren verschiedene Arten, welche unterschiedliche Verfahren nutzen, um eine Maskenextraktion durchzuführen. Im Folgenden soll die Arbeitsweise anhand eines Chrominanz-Keys erläutert werden. Hierfür wird zunächst in der Bearbeitungssoftware mit dem Pipetten-Werkzeug die Hintergrundfarbe des Filmbildes, auch *Key-Farbe* genannt, ausgewählt, um sie anschließend mit der Chroma-Key-Funktion auszustanzen. Anstelle eines einfachen Klicks, kann an dieser Stelle auch ein Auswahlrechteck gezogen werden, dass den Mittelwert der darin befindlichen Farbpixel berechnet, um in präziser Weise den allgemeinen Farbton der Pixel zu treffen⁴³ Der Kanal der die Information der Deckkraft beinhaltet, wird Alpha Kanal genannt und kann durch Graustufen dargestellt werden. In einem Video-Vorschauenfenster lässt sich diese Schwarz/Weiß-Version des Clips anzeigen.

⁴³ Vgl. Dummler, 2010, S. 319

Je heller ein Bereich dargestellt wird, desto transparenter ist er. Die schwarzen Bereiche werden übernommen, die Weißen entfernt. Graue Artefakte sollten eliminiert werden, indem der Kontrast der Pixelwerte im Bild erhöht wird. Wenn das Vorschaubild den Anforderungen entspricht, kann der Effekt übernommen werden. Übrig bleibt der nun auf transparentem Untergrund freigestellte Darsteller, welcher noch nachbearbeitet werden muss, damit die Übergänge an den Rändern nicht zu scharfkantig sind.

Nun kann die freigestellte Maske auf einem anderen Hintergrund montiert werden; im Falle des gewünschten Doppelgänger-Effekts ist dies eine Szene, welche den gleichen Schauspieler zeigt. Das Ergebnis ist ein synthetisches Mischbild, in dem der Schauspieler zwei Mal zu sehen ist. Es ist auch möglich, die Darsteller in beiden Szenen mittels chroma keying auszuschneiden und auf einem dritten, völlig neuen Hintergrund zu platzieren.

5.1.2 Anwendungsbeispiel des Keyings

Da diese Technik es erlaubt, dass das Bild des freigestellten Schauspielers seine eigene Person in der zugefügten Hintergrundszene verdecken kann, wurden auch in „Ein Zwilling kommt selten allein“ ausgewählte Szenen mit dem Bluescreen-Verfahren gelöst. In einer nahen 10-sekündigen Einstellung⁴⁴ steht die Protagonistin Hallie mit ausgebreiteten Armen vor einer Tür mit Fliegengitter, hinter der sich, gut sichtbar, ihre Zwillingsschwester Annie befindet. Die ursprünglich gedrehte Szene zeigte erst einmal nur Lindsay Lohan hinter dem Fliegengitter. Danach wurde die Darstellerin in ihrer zweiten Rolle vor einem aufgehängten Bluescreen in der Größe von ca. 2 Quadratmetern gefilmt (Abb. 19). Der Türrahmen, an dem sie sich festhielt, gehörte zur real vorhandenen Requisite. Am Computer wurde dem Filmbild die blaue Farbe entzogen und die Umrisse des Mädchens in einer Aussparungsmaske freigestellt, welche anschließend auf die erste Szene gelegt wurde. So konnte ein Bewegtbild ermöglicht werden, in welchem die Protagonistin vor ihrem eigenen Bild steht und sich dabei teilweise verdeckt, was mit der Splitscreen-Methode nicht durchführbar gewesen wäre (Abb. 21).

⁴⁴ Vgl. Meyers, Nancy (20. Juli 1998): Ein Zwilling kommt selten allein (TC: 00:18:20 – 00:18:33)



Abb. 19: Lindsay vor Bluescreen

Abb. 20: Ausstanzen des Vordergrundes mit Maske

Abb. 21: Zusammengesetzte Bildteile

In einem knapp 20-sekündigen Filmausschnitt⁴⁵, in dem sich beide Mädchen gemeinsam in einem großen Spiegel betrachten, wurde ebenfalls die Bluescreen-Technik angewendet. In diesem Fall wurde ein Spiegel in einer Draufsicht gefilmt, welcher die Spiegelung der Schauspielerin einfing. Der dahinter liegende Raum, welcher ebenfalls im Spiegel reflektiert wurde, war mit blauem Stoff ausgekleidet worden (Abb. 22). In der Postproduktion wurde der Rahmen des Spiegels mitsamt der darin sichtbaren Schauspielerin ausgeschnitten und auf eine Szene gelegt, in der die Schauspielerin in ihrer anderen Rolle in einem Raum zu sehen ist. Der Spiegel war an den Kanten mit einem Kunstschliff versehen, in welchem sich die Reflexion brach. Das Bluescreen-Verfahren eignete sich in diesem Fall sehr gut, da es in raffinierter Weise auch die Reflexionen im Glas in die ausgestanzte Maske übertrug. Die beiden Bewegtbilder der Schauspielerin konnten mit der eingesetzten Technik sehr dicht zusammen in dem Spiegel platziert und gewisse Überschneidungen der Bilder gewährleistet werden.

⁴⁵ Vgl. Meyers, Nancy (20. Juli 1998): Ein Zwilling kommt selten allein (TC: 00:29:18 – 00:29:34 und 00:29:38 – 00:29:43)



Abb. 22: Spiegelbildaufnahme mit Bluescreen im Hintergrund



Abb. 23: Ausstanzen des Hintergrundes mit Maske



Abb. 24: Fertige Bildkomposition

5.1.3 Aufwand

Die Vorgehensweise umfasst zwei Möglichkeiten: Entweder wird ein Charakter des Schauspielers in der Kulisse und der andere Charakter vor dem Greenscreen aufgezeichnet oder es werden beide Rollen vor dem Screen gefilmt und der gewünschte Hintergrund getrennt aufgenommen bzw. ein Standbild eingefügt.

Als Arbeitsmaterial wird für die Aufnahmen ein blauer bzw. grüner Hintergrund benötigt, welcher beispielsweise als Baumwollstoff im Handel erhältlich ist. Die Preise variieren je nach Qualität des Produkts stark. Alternativ kann auch eine glatte Wand mit der gewünschten Schlüsselfarbe bemalt werden. Die Ergebnisse können in diesem Fall allerdings minderwertiger ausfallen, da die Farbe stärker reflektiert wird.⁴⁶ Der Greenscreen sollte mindestens so groß sein, dass er die gefilmte Person vollständig umrandet; allerdings sind in diesem Rahmen noch keine ausholenden Bewegungen ausführbar. Für die Ausleuchtung des Screens werden zusätzliche Scheinwerfer benötigt. Handelt es sich um eine Beleuchtung von vorn, so sollte der Abstand der Scheinwerfer in etwa der Hälfte der Greenscreen-Höhe entsprechen.⁴⁷ Ausleuchtungen von hinten mittels eines semi-transparenten Screens benötigen oft noch mehr Platz.⁴⁸

⁴⁶ Vgl. Dummler, 2010, S. 365

⁴⁷ Vgl. Okun & Zwerman, 2010, S. 102

⁴⁸ Vgl. Dummler, 2010, S. 366

Zusätzlich muss ein Mindestabstand des Darstellers von circa fünf Metern zum Hintergrund eingehalten werden.⁴⁹ Aus diesen Gründen wird für den optimalen Einsatz eines Greenscreens ein Drehort benötigt, der möglichst viel Platz bietet.

Je nach Größe und Art des Greenscreens, sowie der Anzahl der Scheinwerfer, der Beschaffenheit der Umgebung und die exakte Beleuchtung kann der Aufbau eines Greenscreens an einem Filmset circa ein bis vier Stunden in Anspruch nehmen.⁵⁰ Die Art und das Aufnahmeformat der Kamera spielt bei Greenscreen-Aufnahmen eine große Rolle. Eine hohe Farbtiefe sowie eine hohe örtliche Auflösung sind ausschlaggebende Faktoren für eine effektive Maskenextraktion.

Für die Postproduktion wird eine Videobearbeitungs-Software mit Key-Funktion benötigt. Einfache Chrominanz-Keyer wenden zur Maskenberechnung einen Algorithmus an, mit dem sie die Differenz des Farbtons eines Pixels zur gewählten Key-Farbe berechnen können.⁵¹ Oft ist das Resultat eine scharfkantige Umrandung der freigestellten Person die das Bild unrealistisch wirken lässt. Diese Art von Keyer befindet sich meist in Software für den Heimanwendungsbereich. Solche automatischen Key-Funktionen bieten meist nur eingeschränkte Möglichkeiten, Einfluss auf das Ergebnis zu nehmen.

Damit die freigestellte Person sich harmonisch in die Bildkomposition einfügt, werden komplexere Anwendungen benötigt, welche neben dem Farbton auch die Information von Luminanz und Farbsättigung in die Berechnung der Maske einbeziehen und dem Bearbeiter variable Einstellungsmöglichkeiten gewähren. Neben den Chrominanz-Keyer existieren auch noch Farbdifferenz und Luminanz-Keyer. In manchen Fällen – wie bspw. wenn eine Bewegungsunschärfe im Bild vorliegt – ist es erforderlich, mehrere Keying-Effekte nacheinander einzusetzen, damit das Ergebnis nach den Vorstellungen des Bearbeiters angepasst werden kann.⁵²

⁴⁹ Vgl. Okun & Zwerman, 2010, S. 101

⁵⁰ Vgl. Selchow, Interview, 30.01.2015, Anhang S. XX

⁵¹ Vgl. Dummler, 2010, S. 321

⁵² Vgl. Wernstedt, Interview, 25.01.2015, Anhang S. XVI

Beispiele für professionelle Software und Zusatz-Software im Bereich des Keyens sind:

- Keylight (200,00 €)⁵³
- Autodesk Smoke (185,00 € im Monat)⁵⁴
- Primatte als Zusatz-Software für Programme wie bspw. Adobe After Effects, Final Cut Pro oder Apple Motion (499,00 \$)⁵⁵

Im Grunde ist das Keyen ein Prozess, welcher größtenteils automatisch bzw. semiautomatisch vom Computer generiert wird. Der Bearbeiter muss nach Auswahl der Schlüsselfarbe die Funktionen der Steuerelemente beherrschen, mit denen er Einfluss auf das Ergebnis nehmen kann.

Das reine Freistellen einer Person durch Keyen ist ein einfacher Vorgang und kann bei einer 10-sekündigen Sequenz von einem Fachmann bei idealen Ausgangsbedingungen innerhalb von 15 Minuten bis ca. einem halben Tag erledigt werden.⁵⁶ Wenn der Schauspieler sich sehr häufig im Bild bewegt und eine Bewegungsunschärfe entsteht, wird die Arbeit schwieriger, so dass sie sich auf einen Tag ausweiten kann.⁵⁷ Die Sequenz mit dem freigestellten Darsteller muss in ihren Eigenschaften, wie Farbe, Helligkeit und Kontrast an den neuen Hintergrund angepasst werden. Außerdem benötigen die Darsteller einen Schattenwurf, der künstlich eingefügt werden muss, damit das Composite überzeugend wirkt. Bei der Vortäuschung physischer Interaktion müssen die Bewegungen der Personen aufeinander abgeglichen werden. Das Integrieren der freigestellten Person in die Szene kann somit noch ein bis zwei weitere Tage in Anspruch nehmen, um den Wünschen des Auftraggebers zu entsprechen.⁵⁸ Die Bearbeitungszeit kann sich um weitere Tage verzögern, wenn am Set Fehler bei der Arbeit mit dem Greenscreen aufgetreten sind oder die Clips starke Unterschiede bezüglich der Lichtsituation aufweisen.

⁵³ The Foundry

⁵⁴ Autodesk Inc.

⁵⁵ Photron USA, Inc.

⁵⁶ Vgl. Busby, Interview, 25.01.2015, Anhang S. XVII

⁵⁷ Vgl. Wernstedt, Interview, 25.01.2015, Anhang S. XVI

⁵⁸ Vgl. Busby, Interview, 25.01.2015, Anhang S. XVII

5.1.4 Qualität

Der Einsatz der Greenscreen-Technik eröffnet dem Zuschauer neue Ansichten, der Interaktion zwischen den Doppelgängern, da der Darsteller dazu befähigt wird, sich nicht nur neben, sondern auch vor bzw. hinter seinem exakten Ebenbild bewegen zu können. Dieser Umstand gewährt in der Bildkomposition mehr Gestaltungsmöglichkeiten und schafft eine räumliche Tiefe zwischen den Personen. Darüber hinaus können simple Berührungen – wie beispielsweise ein Schulterklopfen – zwischen den Charakteren angedeutet werden.

Auch das Überreichen von Gegenständen kann veranschaulicht werden. Hierfür wird eine Ablagefläche benötigt, welche die gleiche Schlüsselfarbe aufweist wie der Hintergrund.

Im ersten Drehdurchlauf legt der Schauspieler den Gegenstand auf die Ablage, um ihn bei der zweiten Aufnahme der Szene von der anderen Seite wieder zu ergreifen. In der Postproduktion werden die Clips so zusammengesetzt, dass ein flüssiger Handlungsablauf entsteht. Die Ablagefläche wird gemeinsam mit dem Hintergrund durch das Keyen entfernt.

Die Methode eignet sich gut, um feine Strukturen wie Haare oder Fell herauszuarbeiten, vorausgesetzt es wird ein komplexer Chrominanz-, Farbdifferenz oder 3D-Keyer angewendet.⁵⁹ Das Keyen von spiegelnden und glänzenden Oberflächen ist dagegen deutlich komplizierter, da sich der farbige Hintergrund darin reflektiert.

⁵⁹ Vgl. Dummler, 2010, S. 330

5.1.5 Wirtschaftlichkeit

Mit Hilfe dieser Technik wird es möglich die Glaubhaftigkeit des Effekts zu verstärken, da die Charaktere sich physisch näher kommen und direkt miteinander interagieren können. Es wird jedoch auch mehr Arbeit und Zeit für die Bewerkstelligung investiert, was das Verfahren gleichzeitig kostenintensiver als die Splitscreen-Methode macht.

Am Effektivsten kann mit der Methode gearbeitet werden, wenn die Aufnahmen vor dem Greenscreen in einem gut ausgestatteten Studio stattfinden, da in diesem Fall für eine optimale Beleuchtung des Screens und des Darstellers gesorgt werden kann. Durch die mitunter langen Aufbauzeiten am Set, können mehrere Stunden des Drehtages eingebüßt werden, was mit hohen Kosten verbunden ist.

Wenn ein Filmset über sehr wenig Platz verfügt, erweist sich das Arbeiten mit einem Greenscreen als problematisch, da der Mindestabstand zum Hintergrund nicht eingehalten werden kann. Die Farbe reflektiert sich auf Darsteller und Requisiten und lässt sehr viel Greenspill entstehen: Dabei läuft die Farbe zum Teil in die Objekte im Vordergrund, die nicht extrahiert werden sollen, wodurch das Keyen in der Postproduktion aufgrund von Löchern in der Maske erschwert wird.

Dieser Umstand erhöht den zeitlichen Aufwand in der Postproduktion und könnte das Ergebnis qualitativ beeinträchtigen, da eine Korrektur zu Verlust von Farbe im Vordergrund führt.⁶⁰

Ein großer Vorteil ist, dass aufgrund des Greenscreens jeder beliebiger Hintergrund in der Postproduktion eingefügt werden kann und auf diese Weise Kosten für eine aufwendige Kulisse, wie beispielsweise ein prunkvoller Saal oder eine fremde Stadt, gespart werden können. Wenn es darum geht eine sehr große Anzahl von Doppelgängern miteinander interagieren zu lassen, ist die Arbeit mit dem Keying-Verfahren sehr effizient.⁶¹ Aus diesem Grund findet das Greenscreen-Verfahren oftmals bei der Inszenierung von großen Schlachten in Filmszenen Anwendung, um Komparsen zu vervielfachen.

⁶⁰ Vgl. Dummler, 2010, S. 354

⁶¹ Vgl. Poitras, Interview, 21.01.2015, Anhang S. XIX

5.2 Maskenerstellung durch digitales Rotoskopieren

Rotoskopieren bezeichnet, anders als bei der Maskenextraktion, bei dem der Algorithmus eines Keyers genutzt wird, einen Vorgang bei dem ein Film einzelbildweise manuell bearbeitet wird, um eine bewegte Maske zu erstellen.⁶² Das Verfahren kommt ursprünglich aus der traditionellen Zeichentricktechnik und wurde von dem Trickfilmproduzenten Max Fleischer erfunden, in dessen Studio Cartoons wie „Betty Boop“ und „Popeye“ entstanden.

5.2.1 Grundprinzip

Beim Rotoskopieren muss der Bearbeiter die Maske selbst definieren und ihre Bewegung verfolgen, da der Computer nicht wie beim Greenscreen-Verfahren die Maske durch Erkennung von Farbe extrahieren kann. Aus diesem Grund wird beim Rotoskopieren auch von Maskenerstellung und nicht von Extraktion gesprochen.⁶³ Bei dieser Arbeitstechnik wird mit einer Software eine Kurvenlinie aus hintereinander geschalteten Kontrollpunkten – auch Splines genannt – gezogen um die Person freizustellen.⁶⁴ Der Rundungsgrad der Kurve wird von dem jeweiligen Abstand der Punkte definiert.

Zu Beginn wählt der Bearbeiter ein Einzelbild der Sequenz aus, in welchem die Person gut zu sehen ist und setzt Kontrollpunkte an den Rand, der die Person vom Hintergrund trennt, bis sie vollkommen mit der Linie umrandet ist. Um sicherzustellen, dass nur die gewünschte Person ausgeschnitten wird und nicht Teile der Hintergrundfarbe am Objekt „hängen“ bleiben, muss die Maske möglichst weit innen an den Rand der auszuschneidenden Figur gelegt werden, ohne dabei wichtige Teile der Person abzuschneiden. Um die Formen präzise heraus arbeiten zu können, sollte das Bild für die Bearbeitung stark eingezoomt werden.

⁶² Vgl. Dummler, 2010, S. 292

⁶³ Vgl. ebd.

⁶⁴ Vgl. Seymour, fxguide, 2011

Die Bewegung der freizustellenden Person in der Sequenz muss genau analysiert und Keyframes an die Positionen gesetzt werden, an denen die Bewegung beginnt und endet. Immer dann, wenn sich die Richtung einer Bewegung ändert, wird ein neuer Keyframe benötigt, welcher die Stelle markiert. Anschließend geht es darum, mit weiteren gezielt gesetzten Keyframes die Bewegung genauer zu definieren. Das Programm errechnet durch Interpolation die Zwischenwerte der Parameter und die daraus ergebende Position und Form der Maske für jedes Einzelbild.⁶⁵ Dieser halbautomatische Vorgang vereinfacht die Arbeitsweise.

Die Maske lässt sich bewegen, indem ihr im Clip bestimmte Positionen zugewiesen werden, die durch das Setzen von Keyframes in der Timeline gespeichert werden. Damit die Maske über die gesamte Länge des Clips dem freizustellenden Objekt automatisch folgt und nicht pro Einzelbild manuell verschoben werden muss, ist ein Vorgang namens *Motion Tracking* notwendig. Tracking bedeutet dass die Bewegungen eines ausgewählten Bereichs im Bild über die Dauer einer Sequenz nachvollzogen werden, indem der Rechner die Verschiebung des Bereichs einzelbildweise erfasst. Die daraus gewonnenen Daten können auf die Maske übertragen werden, welche nun die gleichen Bewegungen wie die freizustellende Person durchführt. Außerdem können auf diese Weise ungewollte Bewegungen – wie beispielsweise ein Kamera-Ruckeln – ausgeglichen werden.

Bei einem Menschen weisen die einzelnen Elemente des Körpers, z. B. Arme und Beine, meist unterschiedliche Bewegungen auf. Folglich sollten für jedes einzelne Element eigene Untermasken erstellt werden, um besser auf Bewegungen eines einzelnen Körperteils eingehen zu können.⁶⁶ Um den Überblick zu behalten sollte die Masken eine Hierarchie-Struktur aufweisen. Ist die Person in der Sequenz vollständig von einer animierten Maske umgeben, kann sie ausgeschnitten werden. Der Computer rastert hierfür die Fläche innerhalb der Kurve in eine Pixelgrafik um. Zurück bleibt die freigestellte Person, die nun vor einem neuen Hintergrund eingefügt werden kann.

⁶⁵ Vgl. Seymour, fxguide, 2011

⁶⁶ Vgl. Dummler, 2010, S. 297

5.2.2 Anwendungsbeispiel des Rotoskopierens

Adaption – Der Orchideendieb

Im Film „Adaption – Der Orchideendieb“ wurde in einigen Szenen mit der Methode des Rotoskopierens gearbeitet, um Greenspill zu vermeiden, wenn in den Räumen eines echten Hauses gedreht wurde. Dieser Umstand galt auch für alle Außenaufnahmen, in denen die Kaufmann-Brüder gemeinsam im Bild zu sehen sind. Grund dafür war dass das Aufbauen und Beleuchten eines Greenscreens in diesem Fall sehr kompliziert und zeitaufwändig gewesen wäre.⁶⁷

Gray Marshall, der VFX-Supervisor des Films, merkte in einem Interview des Entertainment- News-Magazins Variety folgendes an:

“In post-production, however, rotoscoping took much longer to get right. Everything that was duplicated in a scene – e.g., the points where the Kaufmans passed by a piece of furniture – would have to be painted out so the shots could be blended together.”⁶⁸

Auf diese Weise konnte zum Beispiel eine 10-sekündige Einstellung⁶⁹ in einer Küche ermöglicht werden, in der Donald direkt vor seinem Bruder Charlie vorbeiläuft, um sich zwei Kaffetassen zu greifen. Anschließend dreht er sich um, so dass auch sein Gesicht deutlich erkennbar ist und beide unterhalten sich.



Abb. 25: Kreuzende Wege zwischen Doppelgängern

⁶⁷ Vgl. Sullivan, 2003

⁶⁸ Sullivan, 2003

⁶⁹ Vgl. Jonze, Spike (6. Dezember 2002): Adaption – Der Orchideen-Dieb. TC: 01:51:13 – 01:55:22

Moon

Um echte Berührungen zwischen den Charakteren darstellen zu können ist eine Bildmontage mit einem Körperdouble notwendig; ähnlich dem Verfahren, welches auch schon 1937 für den Film „Der Gefangene von Zenda“ angewandt wurde. So gibt es beispielsweise in „Moon“ eine Szene⁷⁰, in welcher der Schauspieler Sam Rockwell in seiner Rolle als Sam Bell, seinem eigenen Klon die Stirn befühlt, ihm Haare aus dem Gesicht streicht und ihm sogar an der Kleidung zerrt. Um diesen Effekt zu ermöglichen, bedurfte es drei separater Aufzeichnungen: Im ersten Durchgang wurde gefilmt, wie ein Körperdouble den kranken Sam 1 berührt. Neben dem Double war ein Metallständer aufgebaut, an dem er seine zur Kamera abgewandte Schulter lehnte, so dass seine Position exakt markiert werden konnte. Im zweiten Drehdurchlauf stellte sich Sam 2 an die exakt gleiche Stelle und behielt während seines Spiels den linken Arm dicht am Körper, so dass dieser für die Kamera nicht sichtbar war. Zum Schluss wurde in der gleichen Einstellung noch einmal der Raum ohne Charaktere aufgezeichnet, ein sogenanntes Clean Plate, welches wichtig war, um später das Körperdouble mit Digital Painting bis auf den Arm heraus retuschieren zu können. Sam 2 wurde abschließend mit einer teilweise rotoskopierten Maske in den Clip mit Sam 1 eingefügt.⁷¹



Abb. 26: Physische Interaktion zwischen Doppelgängern im Film „Moon“

⁷⁰ Vgl. Jones, Duncan (12. Juni 2009): Moon. TC: 01:17:40 – 01:17:54

⁷¹ Vgl. Shay, 2009, S. 19

5.2.3 Aufwand

Für die Aufnahme der Szenen werden in der Regel, wie auch schon beim Splitscreen-Verfahren, keine weiteren Hilfsmittel außer einer Kamera, ein Stativ und gegebenenfalls Beleuchtungstechnik benötigt. Der Schwerpunkt des Verfahrens liegt im Rahmen der Postproduktion bei der Bewegt-Masken-Erstellung.

Die Producerin und Autorin Juliane Dummmler schätzt in ihrem Buch „Das montierte Bild“ die Methode des Rotoskopierens folgendermaßen ein:

„Rotoskopieren ist eine mühselige und zeitaufwendige Arbeitsweise, die vielfache Probleme birgt, daher sollte nur dann rotoskopiert werden, wenn alle anderen Möglichkeiten zur Maskenerstellung ausgeschöpft sind.“⁷²

Wie lang und arbeitsaufwendig der Prozess für eine Doppelgängeraufnahme ist hängt jedoch immer mit der Komplexität des Filmbildes zusammen. Sollten sich die Wege der Charaktere in einer 10-sekündigen Szene einmal kreuzen, so kann mit einem Arbeitsaufwand von circa zwei Tagen geplant werden; vorausgesetzt die Umrisse des Schauspielers sind nicht durch eine Bewegungsunschärfe verschwommen.⁷³ Wenn der Darsteller in der Einstellung die ganze Zeit über direkt vor seinem Doppelgänger platziert ist, kommt es darauf an mit welchem Körperteil dieser verdeckt wird und welche Art der Bewegungen im Bild vorliegen. So lassen sich einfache, grobe Kanten schneller maskieren, als detailreiche Formen und langsame Bewegungen besser verfolgen als Schnelle. Wenn beispielsweise die glatte Schulter des Schauspielers den Doppelgänger über eine Länge von 10 Sekunden überdeckt und dabei still steht, so kann dies von einem Roto-Künstler innerhalb eines Tages bewältigt werden.⁷⁴ Aufwändiger wird es dagegen wenn bewegte Elemente mit einer leichten Bewegungsunschärfe oder sehr feine Umrisse maskiert werden müssen. So kann bei sehr komplexen Roto-Arbeiten, wie beispielsweise für das Ausschneiden von schnell gestikulierenden Händen mit drei bis fünf Arbeitstagen gerechnet werden.⁷⁵

⁷² Dummmler, 2010, S. 292

⁷³ Vgl. Busby, Interview, 25.01.2015, Anhang S. XVIII

⁷⁴ Vgl. ebd.

⁷⁵ Vgl. Wernstedt, Interview, 25.01.2015, Anhang S. XVI

Eine Schwierigkeit die gelegentlich beim Rotoskopieren auftritt, ist ein unruhiges Erscheinungsbild der Masken. Dieses Problem wird *matte chatter* genannt und hängt häufig mit einzelbildweiser Bearbeitung und zu vielen Kontrollpunkten der Maske zusammen.⁷⁶ Um die Interpolationsmethoden des Rechners effektiv auszuschöpfen, sollten die Kontrollpunkte nur gezielt an Stellen gesetzt werden, die ausschlaggebend die Form der Maske bestimmen.

Manche Programme bieten auch eine Arbeitsweise mithilfe von Zeichenwerkzeugen an, wie beispielsweise die Funktion *Rotobrush* in *Adobe After Effects*. Es genügen bereits einfache Pinselftriche innerhalb des auszuschneidenden Bildteils, damit das Programm die Form des freizustellenden Objekts erkennt. Die besten Ergebnisse werden realisiert, wenn sich die Person im Bild nur gering bewegt und dabei sehr deutlich vom Hintergrund abhebt.⁷⁷ Oftmals muss aber trotz automatisierter Funktionen in Programmen, manuell in den Vorgang eingegriffen und die Maske justiert werden.

Professionelle Programme und Zusatz-Software, welche mit leistungsstarken Funktionen im Roto-Bereich ausgestattet sind, sind beispielsweise:

- Silhouette für Microsoft Windows, Mac OS X, Linux (1495,00 \$)⁷⁸
- Blackmagic Fusion für Microsoft Windows (Freeware)⁷⁹
- mocha pro als Zusatz-Software für Programme wie Adobe After Effects, Nuke oder Autodesk Flame/Smoke (375,00 €)⁸⁰

⁷⁶ Vgl. Stewart

⁷⁷ Vgl. Adobe Systems GmbH

⁷⁸ Silhouette FX, LLC.

⁷⁹ Blackmagic Design Pty. Ltd.

⁸⁰ Imagineer Systems Ltd.

5.2.4 Qualität

Durch das Verfahren des Rotoskopierens ergibt sich – wie auch beim Keyen – der Vorteil, dass sich die Handlungsbereiche der Doppelgänger überschneiden können. Die strikte Bildteiltrennung zwischen den Charakteren wird auf diese Weise aufgelöst. Ebenso wird es dem Filmschaffenden ermöglicht, dem Zuschauer bestimmte physische Interaktionen zwischen den Doppelgängern vorzutäuschen.

Echte Berührungen mit einzelnen Körperteilen können teilweise durch Bildmontage-Tricks mit Hilfe eines Körperdoubles erzielt werden. Dies verleiht den Bildern noch mehr Authentizität; erfordert jedoch auch einen erhöhten Arbeitsaufwand. Während die Art der Berührung im ersten Drehdurchlauf vom Körperdouble vorgegeben wird, gilt es im zweiten Drehdurchlauf, den Darsteller in einem bestimmten Winkel an exakt die gleiche Position zu platzieren, damit es so wirkt, als ob die Bewegungen des Körperdoubles von ihm selbst stammen. Auch das Austauschen von Gegenständen kann entweder auf diese Weise oder – wie beim Keyen mit Hilfe einer Ablagefläche – durchgeführt werden. In beiden Fällen muss ein zusätzliches Bild des Raumes ohne Schauspieler aufgenommen werden, damit Körperdouble oder Ablagefläche durch *Digitales Painting* aus dem Composite retuschiert werden können.

Die Technik des Rotoskopierens eignet sich nicht dafür, feine Details – wie zum Beispiel im Wind wehende Haare – zu erfassen, da die Maske in diesem Fall nicht präzise genug gezogen werden kann. Es gehen somit Details verloren. Damit die Bewegung einer Person flüssig aussieht, wird ein gewisses Maß an Bewegungsunschärfe benötigt.⁸¹ Dies erweist sich jedoch beim Rotoskopieren als problematisch, da sich in diesem Fall die Umrisse einer Form mit dem Hintergrund vermischen. Die Person muss am inneren Rand ausgeschnitten werden, an dem sie noch zu 100 % opak ist. Dabei werden Bildinformationen eingebüßt. Bei einer starken Unschärfe wird die Erstellung einer Maske auf diese Art unmöglich.⁸² Aus diesem Grund ist es vorteilhaft alle Bewegungen im Bild so scharf wie möglich aufzuzeichnen und eine Bewegungsunschärfe erst nachträglich, durch einen Filter auf das freigestellte Objekt, anzuwenden.⁸³

⁸¹ Vgl. Bratt, 2011

⁸² Vgl. Busby, Interview, 25.01. 2015, Anhang S. XVIII

⁸³ Vgl. Bratt, 2011

5.2.5 Wirtschaftlichkeit

Auch wenn mit der Blue/Green-Screentechnik bereits ein schnelles und zuverlässiges Mittel zur Maskenextraktion besteht, spielt das Rotoskopieren in der Produktion von visuellen Effekten eine große Rolle. So gibt es in großen internationalen VFX-Unternehmen wie ILM⁸⁴ Weta Digital⁸⁵ oder Digital Domain⁸⁶ ganze Abteilungen für Mitarbeiter, die auf Rotoskopier-Arbeiten in Filmen spezialisiert sind.

Einer der größten Vorteile des Rotoskopierens gegenüber dem Keyen ist, dass der Arbeitsaufwand in der Szene gering gehalten werden kann. Dies ist vor allem wichtig wenn unter Zeitdruck gearbeitet wird, was in der Filmproduktion sehr häufig vorkommt. Das Risiko Fehler zu verursachen wird somit reduziert. Der Prozess des Rotoskopierens nimmt oftmals mehr Zeit in der Postproduktion in Anspruch als das Keyen, ist aber in manchen Situationen vom Gesamtkostenaufwand wesentlich effizienter, da wertvolle Arbeitszeit beim Dreh gespart werden konnte.⁸⁷ Wenn der Schauspieler im Bild jedoch hundertfach dupliziert werden soll, ist die Technik des Rotoskopierens sehr ungeeignet, da sie zu zeitaufwendig ist.

Solange der Schauspieler bei den mehrfachen Aufzeichnungen in der gleichen Umgebung unter den gleichen Lichtbedingungen agiert, ist der Aufwand beide Clips licht- und farbtechnisch aufeinander abzustimmen relativ gering.⁸⁸ Ausnahmen bilden Außenaufnahmen, da in diesem Fall die Lichtsituation den natürlichen Einflüssen unterliegt.

⁸⁴ Industrial Light & Magic, San Francisco, USA

⁸⁵ Weta Digital Ltd., Wellington, Neuseeland

⁸⁶ Digital Domain 3.0, Inc., Venice, USA

⁸⁷ Vgl. Poitras, Interview, 21.01.2015, Anhang S. XIX

⁸⁸ Vgl. ebd.

6 Doppelgänger-Effekt mit bewegter Kamera

Lange Zeit konnten Doppelgänger-Aufnahmen nur mit einer fest stehenden Kamera umgesetzt werden. Eine Person in einer Szene mit einer Kamerabewegung zu vervielfältigen, stellte Filmemacher lange Zeit vor eine Herausforderung, da die Bewegung in beiden Aufnahmen kongruent sein muss, damit der Effekt funktioniert. Um dies zu ermöglichen wird der Einsatz einer bestimmten Technik erforderlich: *Motion Control*.

6.1 Die Kamera in Bewegung

„Die mobilisierte Kamera erschließt und dynamisiert den Filmraum weiter und ermöglicht in ihrer Bewegung und Beweglichkeit immer neue Raumeindrücke, Perspektiven und Blicke, die zuvor visuell nicht erfahrbar waren.“⁸⁹

In der Kameratechnologie wird zwischen drei Bewegungsachsen differenziert: Schwenken, Neigen und Rollen bzw. Rotieren, welches auch Horizontal- Vertikal und Diagonalschwenk genannt wird (Abb. 27). Das Schwenken bezeichnet die Bewegung der Kamera auf waagerechter Ebene, das Neigen dagegen die Bewegung auf senkrechter Linie. Eine Rotation wird durchgeführt, wenn die Kamera selbst um die dritte gedachte Achse, gedreht wird.

Außerdem gibt es die Möglichkeit, durch eine Brennweitenveränderung – auch *Zoom* genannt – den Bildausschnitt zu vergrößern oder zu verkleinern (Abb. 28). Die Perspektive wird hierbei beibehalten. Verlässt die Kamera ihren Ausgangsstandpunkt und legt eine Strecke von A nach B zurück, so wird diese Bewegung *Kamerafahrt* genannt. Dazu zählen auch Dolly- und Kranfahrten. Im Gegensatz zum Zoom verschiebt sich bei der Kamerafahrt die perspektivische Beziehung zu den Objekten.

⁸⁹ Richter, 2008, S. 46

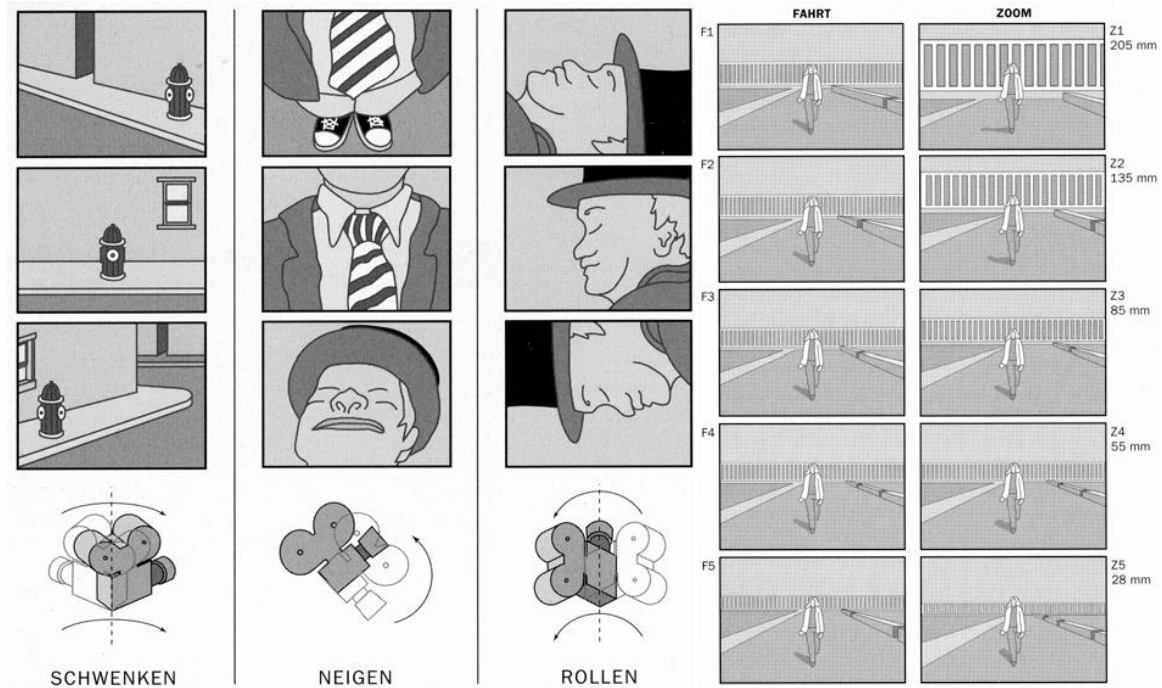


Abb. 27: Die drei Grundbewegungen der Kamera

Abb. 28: Fahrt und Zoom

6.2 Motion Control

Hinter der Bezeichnung „Motion Control“ verbirgt sich ein komplexes Kamera-Robotik-System, welches durch Servomotoren sowie mit Hilfe eines exakten Getriebes und Hydraulik betrieben wird. Die Technik wurde in ihren Grundzügen ursprünglich für die Raumfahrtforschung entwickelt und von dem Trickkameramann John Dykstra und dem Elektroingenieur Alvah J. Miller für den ersten Star Wars Film von 1977 umfangreich eingesetzt.⁹⁰ Inzwischen gibt es viele verschiedene Arten von Motion Control Rigs angefangen von motorisierten Schwenk-/Neigeköpfen über fahrbare Dolly-Systeme bis hin zu riesigen Kamerakränen mit acht oder mehr motorisierten Bewegungsachsen.⁹¹

⁹⁰ Vgl. Giesen, 2001, S. 93

⁹¹ Vgl. Okun & Zwerman, 2010, S. 254

6.2.1 Grundprinzip

Die Hauptanforderung des Systems besteht darin, durch computergestützte Automatisierung, Kamerabewegungen in allen Ebenen – sowie Schärfe und Blende – absolut präzise auszuführen und diese in exakt gleicher Art und Geschwindigkeit wiederholen zu können. Damit wird die Aufnahme mehrerer bewegter Sequenzen – welche über exakt gleiche Eigenschaften verfügen – ermöglicht.

Die Fahrten werden über Keyframes – sogenannte *Waypoints* – festgelegt, welche im Allgemeinen Richtungsänderungen beschreiben. Eine geradlinige Fahrt von A nach B setzt sich folglich aus zwei Schlüsselpositionen zusammen und kann innerhalb kurzer Zeit programmiert werden. Dagegen erfordert eine Fahrt in einem Halbkreis mindestens die Definition eines dritten Wegpunkts, welcher die gerade Bewegungslinie dementsprechend verformt. Der Programmieraufwand steigt mit der Zahl der Waypoints einer Fahrt.⁹² Anfangs- und Endposition, sowie prägnante Stellen, können ebenso mit einem Joystick, per Hand angesteuert werden, um Wegpunkte zu speichern. Infolgedessen kann das Motion Control System die Zwischenpositionen für jedes Einzelbild errechnen.⁹³ Vor einer Aufnahme müssen gewisse Parameter – wie Art der Kamera und Optik, Entfernung zwischen den Wegpunkten sowie Zeit und Beschleunigung des zurückgelegten Weges – definiert werden. Sämtliche Funktionen der Kamera, wie Schärfenzug, Blende, Aufnahmegeschwindigkeit und Zoom können vom Computer gesteuert werden.

In der Vorbereitung müssen die Bewegungen des Schauspielers in der Szene, mit den entsprechenden Kamerabewegungen des Systems abgestimmt werden. Ist der Regisseur mit dem ersten *Take* zufrieden, wird die aufgezeichnete Sequenz geblockt. Das bedeutet, dass sie nicht mehr überschrieben werden kann.⁹⁴ Anschließend schlüpft der Schauspieler in seine zweite Rolle, während die Kamerabewegungen der ersten Szene exakt wiederholt werden.

⁹² Vgl. Mandler

⁹³ Vgl. ebd.

⁹⁴ Vgl. Meyers, 2006

Da die beiden Clips in ihrer Bewegung deckungsgleich sind, können sie in der Postproduktion in verschiedenen Ebenen übereinandergelegt werden und die klassischen Maskenverfahren – die auch in statischen Szenen genutzt werden – zur Anwendung kommen.⁹⁵ Es ist von essentieller Bedeutung dass die jeweiligen Fahrten räumlich und zeitlich in jedem Einzelbild der 24 Bilder pro Sekunde identisch sind, damit die bewegten Ebenen in der Postproduktion miteinander kombiniert werden können. Ist das nicht der Fall passiert es, dass einzelne Bildelemente im Vergleich zu anderen „schwimmen“; das bedeutet, dass sie *„während der Fahrt eine Eigenbewegung aufweisen.“*⁹⁶

Wenn eine Kamerabewegung vor einem Greenscreen aufgezeichnet werden soll, müssen auf dem farbigen Hintergrund zusätzlich Trackingmarker angebracht werden, meist in der Form von kleinen Kreuzen.⁹⁷ Die Kamera kann die perspektivische Verschiebung eines rein farbigen Hintergrunds nicht wiedergeben. Aus diesem Grund muss die Bewegung anhand der Trackingpunkte in der Postproduktion nachvollzogen und auf den eingefügten Hintergrund angewandt werden. Die Markierungen werden anschließend aus dem Bild retuschiert.

6.2.2 Bauweisen

Es existieren verschiedene Ausführungen des Systems, in unterschiedlichen Bauweisen. Alle Systeme besitzen einen beweglichen Kamerakopf auf dem die Film- oder Videokamera montiert wird. Der Kopf besitzt mehrere Rotationsachsen.

Eine typische Bauart ist das Boom/Swing-System: Eine auf Schienen bewegte Basis trägt einen waagrecht im Kreis rotierenden Drehteller, im Englischen *Swing* genannt. Auf diesem Aufbau ist ein Schwenkarm aufgebaut, welcher die vertikalen Bewegungen ausübt, der *Boom*. Auf diese Weise ist die Kombination von linearen und kreisförmigen Bewegungen in allen Achsen möglich.

⁹⁵ Vgl. Wernstedt, Interview 25.01.2015, Anhang S. XVI

⁹⁶ Mendler, timefx

⁹⁷ Vgl. Okun & Zwerman, 2010, S. 118

Bei einigen Modellen dieser Art können die Schienen auch an der Decke montiert werden, so dass das System kopfüber agieren kann. Spezielle Ausführungen wie der *Milo Longarm*⁹⁸ von Marc Roberts Motion Control (Abb. 29) oder der *Bulldog*⁹⁹ von Image G können eine Achsenhöhe von bis zu 6 Metern erreichen.



Abb. 29: Milo Longarm in einem Greenscreen-Studio.

Ebenfalls weit verbreitet sind durch Motion Control bewegbare Dolly-Systeme. Sie besitzen eine kleinere und leichtere Basis, die sich auf Schienen bewegt und auf der sich der bewegliche Kamerakopf befindet. Bei manchen Modellen kann auch ein kleiner Armaufsatz befestigt werden. Dolly-Systeme sind zwar kleiner und leichter, als Boom/Swing-Systeme, bieten dafür aber in der Regel hohe Geschwindigkeiten von bis zu 5 Metern pro Sekunde, wie beispielsweise der *Cheetah Dolly* von Pacific Motion (Abb. 31).¹⁰⁰

⁹⁸ Mark Roberts Motion Control

⁹⁹ Image G

¹⁰⁰ Pacific Motion Control, Inc.

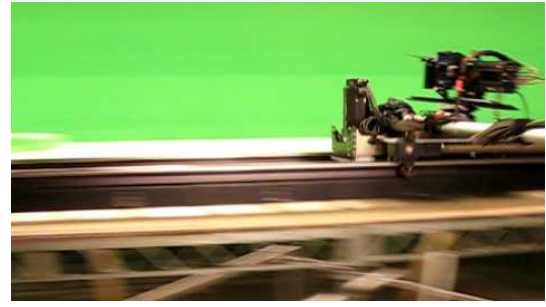


Abb. 30: Modular Rig von Marc Roberts Motion Control

Abb. 31: Cheetah Dolly von Pacific Motion Control

6.2.3 Anwendungsbeispiel

Ein Zwilling kommt selten allein

Im Film „Ein Zwilling kommt selten allein“ kam auch ein Motion Control System zum Einsatz. So konnte die Kamera beispielsweise in einer Szene¹⁰¹ flüssig von Annie auf Hallie geschwenkt werden (Abb.32 – 34).



Abb. 32: Hallie im Fokus

Abb. 33: Horizontaler Schwenk der Kamera

Abb. 34: Annie im Fokus

¹⁰¹ Vgl. Meyers, Nancy (20. Juli 1998): Ein Zwilling kommt selten allein TC: ab 01:37:58

The Double

Im Film „The Double“ wurden die Szenen, in denen der Schauspieler und sein Doppelgänger gemeinsam im Bild sichtbar sind, fast ausschließlich durch ein Motion Control System mit einer Kamerabewegung unterlegt.

Der Regisseur Richard Ayoade merkte diesbezüglich in einem Interview an:

“There wasn't any green screen. We weren't keying [Eisenberg] off, but it was all rotoscoped. Whenever two people were in the same frame, one of them had to be cut out using body doubles, and then removing that person and putting Jesse back in. Just a combination of a lot of care and attention to detail.”¹⁰²

In einer 14-Sekündigen Szene¹⁰³ laufen die beiden Protagonisten schweigend und dicht nebeneinander einen langen düsteren Gang entlang; ihre Schritte hallen im Gleichtakt. Die Kamera verharrt für zwei Sekunden und schwenkt dann langsam mit den Beiden mit, um den beklemmenden Marsch noch weiter hinaus zu zögern.

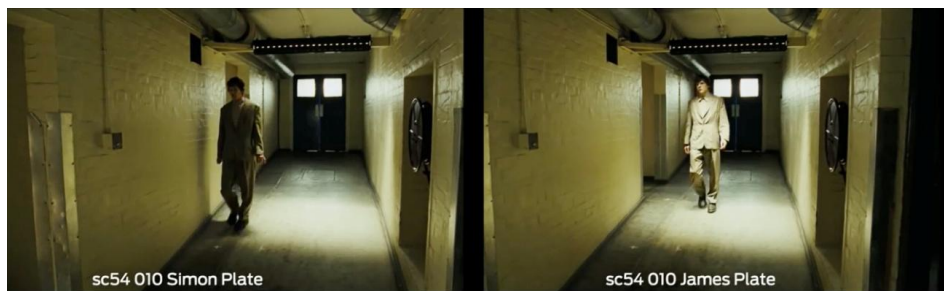


Abb. 35: Separat gedrehte Aufnahmen des Schauspielers Jesse Eisenberg



Abb. 36: Kamera beginnt zu schwenken

¹⁰² Rosenthal, 2014

¹⁰³ Vgl. Ayoade, Richard (07.09.2013): The Double. TC: 00:36:13 – 00:36:27.



Abb. 37: Fertiges Composite aus den beiden Aufnahmen mit Kamerabewegung

6.2.4 Aufwand

Die Arbeit mit Motion Control Rigs erfordert eine genaue Planung und Organisation. Neben dem System mitsamt seinen Komponenten wird ein Operator benötigt, der die Technik aufbauen, programmieren und bedienen kann. Bei großen Rigs werden mindestens drei Personen zum Auf- und Abbau gebraucht.¹⁰⁴ Die Wiederholbarkeit der Aufnahmen erfordert eine enorme Stabilität, welche über eine hohe Masse erreicht wird.¹⁰⁵ Aus diesem Grund liegt das Gewicht der Systeme meist bei 400 bis 800 Kilogramm. Die Anlagen müssen mit einem LKW zum Set gefahren werden, was zusätzlich zu den Leihpreisen auch Transportkosten verursacht. Die weltweit größten Motion Control Systeme, wie beispielsweise der *Cyclops*¹⁰⁶ von Mark Roberts Motion Control, sind bis zu zwei Tonnen schwer und benötigen sehr viel Platz, um aufgebaut und eingesetzt werden zu können.

¹⁰⁴ Vgl. Horst, Interview, 05.01.2015, Anhang S. XXI

¹⁰⁵ Vgl. Schmidt, 2013, S. 456

¹⁰⁶ Mark Roberts Motion Control

Die erforderliche Aufbauzeit der Anlage variiert je nach Modell und Ort. Bei studioähnlichen Bedingungen mit ebenem und festem Untergrund sowie trockenem Wetter bei Außendrehn dauert der Aufbau meist nicht länger als eineinhalb Stunden.¹⁰⁷ Je nach Schwierigkeitsgrad der gewünschten Fahrt fällt die Dauer der Programmierung unterschiedlich aus und kann 15 Minuten bis hin zu mehreren Stunden in Anspruch nehmen.¹⁰⁸

Der Einsatz eines solchen Systems kann – insbesondere bei großen Rigs – sehr kostenintensiv sein. Hier eine Auflistung der ungefähren Leih-Preise in Deutschland für einen 10-stündigen Drehtag:¹⁰⁹

- MoCo Dolly mit beweglichem Kamerakopf: ca. 600 - 700 €
- MoCo Kran (inkl. 18 Meter Schienen): je nach Modell ca. 1000 - 2500 €
- Operator: ca. 500 € - 600 €
- Transportkosten des Trucks: ca. 200 € pro Tag, ca. 2,00 € pro Kilometer

Je nachdem welches Verfahren zum Kombinieren der Clips eingesetzt wird, erhöht sich der Arbeitsaufwand in der in der Postproduktion um circa 50 – 100%, da die Masken durch Motion Tracking an die jeweilige Kamerabewegung angepasst werden müssen.¹¹⁰

¹⁰⁷ Vgl. Mendler

¹⁰⁸ Vgl. ebd.

¹⁰⁹ Vgl. Horst, Interview 05.01.2015, Anhang S. XXI

¹¹⁰ Vgl. Selchow, Interview, 30.01.2015, S. XX

6.2.5 Qualität

Motion Control Technologie eröffnet ein völlig neues Feld der Möglichkeiten was die Bildgestaltung einer Szene mit Doppelgänger-Effekt betrifft. So können Szenen in denen beide Charaktere deutlich sichtbar sind, mit einer Kamerabewegung verknüpft und dadurch aufgelockert werden. Auf diese Weise wird ein gewisser Grad der Dynamik in das Bewegtbild gebracht. Der Blick des Zuschauers kann gezielt von einer Person auf die andere gelenkt oder mit schnellen Kamerafahrten die Dramatik einer Szene gesteigert werden.

Die Systeme gewähren eine große Bandbreite an verschiedenen Bewegungen, vorausgesetzt, dass diese auf physikalischer Ebene durchführbar sind. So sind beispielsweise Kranfahrten über ein Set nur in der Streckenlänge möglich, die der Länge des Schwenkarms entspricht. Im Film hat sich auch die gestalterische Technik etabliert, gewisse Szenen absichtlich mit einer handgehaltenen Kamera zu drehen, um eine Übersteigerung hervorzurufen.¹¹¹ Solche handgehaltenen Bewegungsabläufe, die auf reinem Zufall basieren, sind mit einem Motion Control System nicht durchführbar, da die Bewegungen dort immer dem einprogrammierten Ablauf folgen.

Beim Einsatz eines Motion Control Rigs entstehen durch die vielen motorisiert betriebenen Achsen mechanische Geräusche, die je nach Modell und Bewegungsart in ihrer Lautstärke und dem daraus resultierenden Störfaktor variieren.¹¹² Im schlechtesten Fall muss die gedrehte Szene – zur Erhaltung der Qualität – in der Postproduktion erneut vertont werden, was einen erheblichen Mehraufwand bedeutet.

Die Anzahl der Doppelgänger sowie die Art der Interaktion, sind vom genutzten Maskenverfahren abhängig.

¹¹¹ Vgl. Monaco, 2009, S. 98

¹¹² Vgl. Okun & Zwerman, 2010, S. 254

6.2.6 Wirtschaftlichkeit

Der Einsatz eines Motion Control Systems erfordert beim Aufbau einen erhöhten Zeit- und Arbeitsaufwand. Darüber hinaus steigen die Kosten für den Dreh. Doch es kann auch zu einer qualitativen Steigerung des Effekts beitragen, da sich dadurch die Möglichkeit einer dynamisierten Bildgestaltung ergibt.

Mithilfe der Technologie können auch komplexe Kamerafahrten sehr präzise ausgeführt und mit einer Exaktheit im hundertstel Millimeterbereich reproduziert werden, was mit Menschenhand nicht möglich ist. Auf diese Weise können Kamerabewegungen in der Vorbereitung haargenau auf die Vorstellung des Regisseurs zugeschnitten werden. Um Zeit bei der Programmierung zu sparen, kann die gewünschte Kamerabewegung auch mithilfe eines Joysticks manuell aufgezeichnet und für weitere Durchgänge gespeichert werden.

Je nachdem, welche Art der Kamerabewegung durchgeführt werden soll, kommen verschiedene Systeme in Frage. Die kostengünstigste Möglichkeit besteht darin, nur den beweglichen Kamerakopf auf einem Stativ zu verwenden. In diesem Fall sind allerdings nur die drei Achsenbewegungen ausführbar. Sollen die Personen in der Szene durch eine Kamerafahrt begleitet werden, bietet sich ein Dolly-System auf Schienen an. Wenn eine Kamerafahrt auf Ebene der doppelten Darsteller stattfinden soll, genügt ein Dolly-System, um die Anforderungen zu erfüllen. Soll im Gegensatz dazu mit einer Kranfahrt von weit oben in das Bild hinein oder heraus gefahren und eventuell noch mit weiteren Bewegungen verknüpft werden, ist die vergleichsweise teurere Variante des Swing/Boom-Systems notwendig.¹¹³

¹¹³ Vgl. Horst, Interview, 05.01.2015, Anhang S. XXI

7 Digitale Doppelgänger

Die Erzeugung eines digitalen Abbildes einer Person stellt einen sehr weit verzweigten Themenbereich dar. Es ist möglich fotorealistische 3D-Modelle von Darstellern zu rekonstruieren und diese in Realbildaufnahmen oder virtuellen Räumen einzufügen. So kann durch *Face-Replacement* der Kopf oder das Gesicht eines Körperdoubles, durch den jeweiligen Teil des Darstellers ausgetauscht werden. Die Digitalisierung ist notwendig, damit das montierte Gesicht in der Szene flexibel hinsichtlich Skalierung, Position und Ausrichtung angeglichen werden kann. Zusätzlich muss das Gesicht den Kamerabewegungen und den Bewegungen des Körperdoubles folgen, was in der Post Produktion mit einem 3D-Tracking-Verfahren ermöglicht wird. Auf diese Weise lassen sich ebenfalls Doppelgänger-Aufnahmen ermöglichen.

7.1.1 Grundprinzip

Bildbasierte Gesichtserfassung

Für die Aufnahme werden mehrere fest installierte hochauflösende Videokameras aus verschiedenen Perspektiven auf die Kopfparte des Darstellers gerichtet, der sich im Zentrum befindet. Die Kameras müssen dabei sehr präzise kalibriert, hinsichtlich jeder Einstellung aufeinander abgestimmt und miteinander synchronisiert werden, so dass sie zum exakt gleichen Zeitpunkt mit der Aufnahme des Darstellers beginnen. Jede einzelne Gesichtsmuskelbewegung sowie Falten, Poren, Äderchen und Härchen werden deutlich sichtbar aufgezeichnet. Als Grundpose sollte der Schauspieler einen neutralen Gesichtsausdruck, ohne Muskelanspannung annehmen. Anschließend spielt er seinen Part mit allen unterschiedlichen Gesichtsausdrücken, die dafür nötig sind; wobei der Kopf so still wie möglich gehalten werden sollte.

Herkömmlicherweise wurden zur Erfassung der Gesichtsgeometrie vor dem Aufnahmeprozess zusätzlich Marker auf der Haut des Darstellers angebracht, kleine schwarze Punkte, anhand dessen der Computer die Position der markanten Gesichtsstellen im Raum bestimmen kann.

Inzwischen haben sich jedoch auch Systeme etabliert die nicht mehr auf Marker angewiesen sind und in der menschlichen Geometrie Strukturen erkennen, die sie tracken können.¹¹⁴

Die verschiedenen 2D-Ansichten der neutralen Pose werden in einer 3D-Grafiksoftware photogrammetrisch ausgewertet. Das bedeutet, dass der Computer markante Punkte in den Bildern lokalisiert und die übereinstimmenden Punkte in einem dreidimensionalen Raum einander zuordnet.¹¹⁵ Überflüssige Daten, welche zusätzlich zum Gesicht erfasst wurden, müssen manuell entfernt werden. Aus der Gesamtmenge der ermittelten Einzelpunkte lässt sich ein hoch auflösendes Gitternetz aus Polygonen, ein sogenanntes Mesh, berechnen, das die Topologie des Gesichts beschreibt. Es entsteht eine dreidimensionale Oberfläche, welche in ihrer Form dem Kopf des Darstellers in neutraler Pose entspricht. Damit das Modell dem Äußeren des Darstellers gleicht, muss es texturiert werden. Hierfür wird das Videomaterial aller Kameras zu einem flächigen Gesamtbild zusammengesetzt, auf welchem das Gesicht aus allen Perspektiven gleichzeitig zu sehen ist. Diese Fläche wird als Textur über das Oberflächenmodell gelegt, wobei jedem Punkt des Polygonnetzes eine Position der Textur zugewiesen wird. Der Prozess wird UV-Mapping genannt. U und V bezeichnen dabei die Texturkoordinaten.

Um das Modell animieren zu können, muss im Inneren ein Gerüst – ein sogenanntes Rig – konstruiert werden, welches mit dem Mesh verbunden wird, um dessen Verformung mit verschiedenen Methoden beeinflussen zu können. Anhand der aufgezeichneten Videosequenzen lassen sich die Bewegungsdaten des Darstellers direkt auf das Rig anwenden, das sie wiederum auf das Netz überträgt. Diese Art der Animation nennt sich „direct drive“, da die Gesichtsbewegungen aus dem Video 1:1 übernommen werden.¹¹⁶

Aufgrund der von dem Abbild stammenden Muskelbewegungen und den Daten der Gesichtsoberfläche ist es möglich, ein animiertes 3D-Modell zu schaffen, welches in Aussehen und Bewegungen dem Original des Darstellers gleicht.

¹¹⁴ Vgl. Okun & Zwerman, 2010, S. 375

¹¹⁵ Vgl. zu Hünigen

¹¹⁶ Vgl. Pearce, Interview, 26.01.2015, Anhang S. XXII

Es ist noch sehr viel Feinarbeit nötig, in Form von bspw. korrekt gesetzten Licht und Schatten, damit das kreierte Modell fotorealistisch wirkt. Abschließend wird das Modell gerendert, um es in das 2D-Material der ursprünglich gedrehten Szene zu integrieren.

Bewegungsverfolgung

Damit das generierte Gesichtsmodell harmonisch mit dem Gesicht des Körperdoubles verbunden werden kann, muss es an jede seiner Bewegungen angepasst werden. Dies gelingt mit dem Verfahren des 3D-Trackings, auch *Matchmoving* genannt. Wie auch schon in Kapitel 5.2.1 über die Maskenerstellung mit Rotoskopieren erwähnt, wird Tracking in der Postproduktion genutzt, um die Bewegung eines Objektes in einer Szene zu erfassen und auf ein eingefügtes Bildelement zu projizieren.

Professionelle Programme wie beispielsweise *PFtrack* verfügen über Werkzeuge, die es erlauben, das Polygonnetz des 3D-modellierten Schauspieler-Gesichts an die geometrischen Eigenschaften des Körperdoubles anzupassen.¹¹⁷ Das Gesicht des Körperdoubles aus der Original-Szene muss dafür auf seine Eigenschaften untersucht werden. Damit die Stellung und Bewegung des Gesichts mit einer Tracking-Software nachvollzogen werden kann, sollte das Körperdouble bei der Aufnahme Marker im Gesicht tragen. Die Trackingsoftware kann anhand dieser Markierungen die Ausrichtung des Kopfes erkennen, indem sie die jeweiligen Abstände zwischen den Punkten berechnet. Markante Teile des menschlichen Gesichts, wie Augen oder Nase, werden dabei als Referenzpunkte genutzt. Die Gesichtsbewegungen des Körperdoubles werden auf das 3D-Modell übertragen. Aufgrund dieser Anwendung überdeckt das 3D-modellierte Gesicht des Schauspielers in jeder Position das Gesicht des Körperdoubles.“ Durch die Weichzeichnung der Abgrenzung des Gesichts zum Untergrund und einer Farbkorrektur kann eine visuelle Verschmelzung mit ebenjenem erzielt werden.

¹¹⁷ Vgl. The Pixel Farm

7.1.2 Anwendung

The Social Network

Im Film „The Social Network“ scheint der Schauspieler Armie Hammer beide Rollen der eineiigen Winkelvoss-Zwillinge zu übernehmen. In manchen Szenen des Films kam jedoch digitales Face-Replacement zum Einsatz. Dafür wurde Armies Gesicht auf das Gesicht des Schauspielers Josh Pence gesetzt. So war es möglich eine 17-sekündige Szene¹¹⁸ zu drehen, in der die Zwillinge hintereinander in einem Boot saßen und dieses über einen Fluss steuerten. Hierfür wurde die Szene mit beiden Schauspielern durchgespielt, wobei Josh direkt hinter Armie saß und helle Markierungspunkte im Gesicht trug. Auf dem Boot war ein Kamera-Rig befestigt, so dass die Darsteller aus nächster Nähe in Bewegung gefilmt werden konnten.¹¹⁹ Danach wurde Armie im Studio aufgezeichnet von vier RED MX-Kameras aufgezeichnet, die in einem Halbkreis vor ihm angeordnet waren, während er den Text des zweiten Charakters einsprach. Hinter den Kameras war eine Leinwand aufgebaut, auf der sich ein animierter Punkt bewegte, den er mit den Augen verfolgte, um immer in die korrekte Richtung zu blicken.¹²⁰ Damit das richtige Licht simuliert werden konnte, fand dieser Prozess in einer Lightstage statt, einer großen geodätischen Kuppel mit über 100 computergesteuerten LED's. Das Verfahren wurde von dem *Institutes for Creative Technologies* der *University of Southern Carolina* entwickelt.

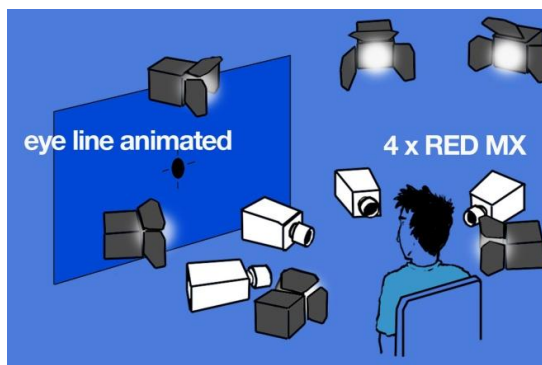


Abb. 38: Aufnahmeverfahren

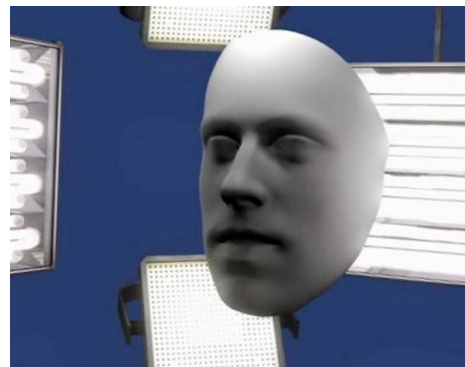


Abb. 39: Modell von Armie Hammer's Gesicht

¹¹⁸ Vgl. Fincher, David (1. Oktober 2010): The Social Network.TC: 00:17:41 – 00:17:58

¹¹⁹ Vgl. Fincher, 2010

¹²⁰ Vgl. Montgomery, 2010

Das Gesicht des Schauspielers wurde zusätzlich mit einem Laser abgetastet.¹²¹ Auf diese Weise konnte es sehr schnell und präzise in ein hochauflösendes Gitternetz umgerechnet werden. Aus dem Videomaterial der vier Kameras wurde eine Textur konstruiert, welche auf das Gittermodell gelegt werden konnte. Das animierte 3D-Modell von Armies Gesicht konnte anschließend in das Videomaterial der originalen Szene eingebettet werden, indem es wie eine Maske von Stirn bis Kinn auf den Darsteller Josh Pence gesetzt und mit dessen Haaren und Ohren zu einer Gesamterscheinung kombiniert wurde. Um die Arbeit des Einpassens zu verringern trug Josh in den Szenen meist Stirnbänder oder Mützen.¹²²

Dieser Prozess kam von circa 100 Einstellungen, in denen die Zwillinge gemeinsam im Bild zu sehen sind, ungefähr 20-mal während des gesamten Films zur Anwendung.¹²³ In den anderen Szenen wurden alternative Methoden, wie beispielsweise das Splitscreen-Verfahren, eingesetzt.



Abb. 40: Original-Szene mit Josh Pence (links)



Abb. 41: Fertiges Composite mit Armies Gesicht

¹²¹ Vgl. Montgomery, 2010

¹²² Vgl. ebd.

¹²³ Vgl. ebd.

The Matrix Reloaded

Die Matrix-Szene, die in der Einleitung dieser Arbeit beschrieben wurde, beinhaltet während den Kampfszenen Kamerabewegungen, welche unter realen Bedingungen nicht durchführbar sind. Fast die gesamte Action-Szene „Burly Brawl“ einschließlich der hundertfachen Doppelgänger von Agent Smith wurde komplett am Computer erstellt.

Das angewandte Verfahren wurde unter dem Namen Universal Capture bekannt. Bei der Aufnahme von Hugo Weaving kamen fünf Sony/Panavision HDW-F900-Kameras¹²⁴, mit extremen Zoomlinsen zum Einsatz. So war es möglich, die komplexen Gesichtszüge des Schauspielers bis ins kleinste Detail zu erfassen. Das Material wurde ohne Datenkompression an mehrere Computerstationen weitergeleitet. Dabei wurden Datenraten von bis zu 1 GB pro Sekunde erreicht.¹²⁵



Abb. 42: Hugo Weaving's Gesicht in allen fünf verschiedenen Perspektiven

Am Computer wurde jedes Einzelbild einer Perspektive mit Optical Flow Algorithmen analysiert, wodurch die Bewegung eines jeden Pixels aus allen Ansichten nachvollzogen werden konnte.¹²⁶ Um sehr feine Details, wie Poren und einzelne Härchen, auf der Gesichtsoberfläche abbilden zu können, wurde ein 100-Mikrometer-Scan von dem Gesicht des Darstellers angefertigt und als Displacement-Textur¹²⁷ (Abb. 44), zusätzlich mit der UV-Textur auf das dreidimensionale Modell des Kopfs gelegt.¹²⁸

¹²⁴ Vgl. ESC Entertainment

¹²⁵ Vgl. ebd.

¹²⁶ Vgl. Seymour, fxguide, 2006

¹²⁷ Eine Textur welche die Oberflächenbeschaffenheit eines 3D-Modells anhand eines Reliefs beschreibt

¹²⁸ Vgl. ESC Entertainment

Die Burly-Brawl-Szene setzt sich aus einer Kombination verschiedener visueller Effekte zusammen. Neben komplett am Computer generierten Sequenzen, existieren auch reale Bildeinstellungen, in denen mehrere Körperdoubles zum Einsatz kamen, deren Kopf später mit dem 3D-Modell Hugo Weavings ausgetauscht wurde.



Abb. 43: UV-Textur des Gesichts



Abb. 44: Displacement-Textur des Gesichts



Abb. 45: Aufnahme des originalen Schauspielers mit Polygonnetz



Abb. 46: 3D Oberflächen-Modell



Abb. 47: Fertig gerendertes und texturiertes 3D-Modell



Abb. 48: Eine Einstellung aus der „Burly-Brawl“-Szene von Matrix Reloaded

7.1.3 Aufwand

Dieses Verfahren ist sehr komplex und setzt in seiner Durchführung höchste Präzision voraus um ein gutes Ergebnis zu erzielen. Für den Dreh der Szene, in dem der Schauspieler mit einem Körperdouble agiert, werden keine zusätzlichen Sachmittel benötigt. Die Hauptarbeit beginnt mit der bildbasierten Gesichtserfassung des Schauspielers. Damit die Bildpunkte in ihrer Position photogrammetrisch in einem dreidimensionalen Raum eingeordnet werden können, werden Informationen von mindestens zwei Kameras aus verschiedenen Perspektiven benötigt. Mit steigender Anzahl der Kameras erhöht sich die Genauigkeit der erfassten Daten.¹²⁹ Die Videokameras sollten alle vom gleichen Bautyp sein, über eine hohe Auflösung verfügen und das Gesicht des Darstellers in einer nahen Einstellung fokussieren. Die Synchronisation kann über eine Software oder Genlock¹³⁰ erfolgen. Alternativ kann auch ein Tonsignal – wie das Geräusch einer Filmklappe – erzeugt werden, um anhand dessen die Video-Clips in der Postproduktion zeitlich aufeinander abzustimmen, was zeitaufwendig ist und zu geringen Ungenauigkeiten führen kann.¹³¹

Wenn der Aufnahmeprozess unter professionellen Bedingungen stattfindet, ist er zeitlich lediglich von der Dauer abhängig, die der Darsteller benötigt um seine schauspielerische Leistung umzusetzen. Der wesentlich zeitaufwendigere und kostenintensivere Teil des Verfahrens beginnt mit der Rekonstruktion der Daten und der Beseitigung von Tracking-Fehlern, die bei der Erfassung auftreten.¹³² Es werden mehrere spezialisierte Fachleute unterschiedlicher Bereiche gebraucht, die jeweils einen Teil der Gesamtarbeit übernehmen, wie beispielsweise das Texturieren, das Riggen oder die Animation des Charakters. Die Fertigstellung des 3D-modellierten Gesichts des Darstellers kann mehrere Monate Arbeit bedeuten.

¹²⁹ Vgl. Okun & Zwerman, 2010, S. 372

¹³⁰ Externe Synchronisation der Bildphasen mit einem Taktgenerator, der einen Synchronimpuls liefert.

¹³¹ Vgl. Seoul, Interview, 22.01.2015, Anhang S. XXII

¹³² Vgl. Pearce, Interview, 26.01.2015, Anhang S. XXII

In einem mittelgroßen VFX-Unternehmen belaufen sich die Kosten für das reine Modellieren und Texturieren auf circa 7000 bis 10.000 Dollar, vorausgesetzt dass sich das Gesicht in der finalen Szene nicht mehr als 1/5 der Bildgröße einnehmen wird.¹³³ Sollte es größer werden, müssen zusätzliche Maßnahmen ergriffen werden, um die Modelloberfläche auch aus der Nähe realistisch wirken zu lassen. Das wird beispielsweise durch das Auflegen zusätzlicher Texturen erreicht, welche über die Detailinformationen mikrogeometrischer Scans verfügen. Dies kann Preise in Höhe von 30.000 bis 45.000 Dollar erforderlich machen und noch mehr, wenn das das Gesicht eine charakteristische Rolle spielen soll.¹³⁴ Es ist eine sehr akkurate Arbeit nötig, damit die Animation des Modells der spezifischen Gesichtsmuskulatur des originalen Darstellers gleicht. Besonders anspruchsvoll wird es, wenn das 3D-Gesicht sprechen soll, da Lippenbewegungen und Sprachton synchron übereinstimmen müssen. Darüber hinaus ist jede Menge Feinarbeit zu leisten bis das Modell final gerendert werden kann. Wie viel Zeit für die Anpassung des computergenerierten Gesichts in das Live Action Material der Szene sowie für die Verfolgung des Körperdoubles benötigt wird, kommt auf die Komplexität der Bewegung von Kamera und Körperdouble an.

Die finale Erstellung einer 10-sekündigen Doppelgänger-Szene in Film-Qualität, in welcher das 3D-Gesicht normal mit den Augen blinzelt und zu Lächeln beginnt, nimmt mit dieser Methode circa 2 bis 6 Monate in Anspruch und kostet mehrere 100.000 Dollar.¹³⁵

¹³³ Vgl. Busby, Interview, 25.01.15, Anhang S. XVIII

¹³⁴ Vgl. ebd.

¹³⁵ Vgl. Smith, Interview, 27.01.15, Anhang S. XXIII

7.1.4 Qualität

Durch die Verlagerung der Effekterzeugung in den dreidimensionalen Raum ergeben sich neue Varianten, eine Doppelgänger-Szene bildgestalterisch umzusetzen, welche mit den vorhergehenden Methoden nicht in diesem Maße ausgeschöpft werden können. 3D-Modelle, die eine fotorealistische Ähnlichkeit zum Schauspieler aufweisen, können virtuell beliebig dupliziert und in jedes erdenkliche Szenario eingefügt werden. Wie am Beispiel der Matrix-Sequels deutlich erkennbar wird, kann mit der Verknüpfung von Live Action- mit computergeneriertem Material außergewöhnliche Bewegungsabläufe der Doppelgänger zu visualisiert werden, die von einem Menschen in der Realität nicht zu bewerkstelligen sind. Mit Hilfe von virtueller Kinematographie¹³⁶ können zusätzlich spektakuläre Kamerafahrten in der Szene eingesetzt werden.

Die Technik der bildbasierten Gesichtserfassung in Verbindung mit digitalem Face-Replacement bringt aber auch bei der Verwendung im reinen 2D-Bereich Vorteile mit sich. Da es sich lediglich um das Gesicht bzw. den Kopf des Schauspielers handelt, welcher in der Szene ausgetauscht wird, können die Charaktere miteinander in direkten Körperkontakt treten. Auf diese Weise können beispielsweise echte Umarmungen und Handberührungen mit verschränkten Fingern ohne Mehraufwand beim Dreh dargestellt werden. Zudem kann in der Szene jede Art der Kamerabewegung stattfinden, ohne dass der Einsatz eines Motion Control Systems notwendig wird.

¹³⁶ Die Kamerabewegungen werden am Computer in einem dreidimensionalen Raum generiert

7.1.5 Wirtschaftlichkeit

Diese Methode der Doppelgänger-Erzeugung ist sehr kostspielig und ebenfalls sehr zeit-und arbeitsaufwändig. Durch die hohe Anforderung ein realistisches Gesamtbild zu schaffen wird ein hochkomplexer Arbeitsprozess notwendig, was das Verfahren auch sehr fehleranfällig werden lässt. Ein falscher Arbeitsschritt kann dazu führen dass das modellierte Gesicht auf den Betrachter merkwürdig und unmenschlich wirkt, was den Effekt unglaublich werden lässt.¹³⁷

Wenn allerdings eine Szene umgesetzt werden soll, die unter realen Bedingungen nicht durchführbar ist, erweist sich die Technik als effizientes Mittel für eine qualitativ hochwertige Darstellung. Ebendies trifft auch zu, wenn sich der Schauspieler aus irgendeinem Grund – im schlimmsten Fall durch plötzlichen Tod – nicht mehr an den Dreharbeiten beteiligen kann, allerdings noch essentielle Filmszenen fehlen.¹³⁸

Das Verfahren eignet sich ebenfalls in Einstellungen mit bewegter Kamera, in denen aus bestimmten Gründen kein Motion Control System eingesetzt werden kann; beispielsweise wenn es sich um einen Dreh auf einem schwankenden Boot handelt, wie im Fall von im Fall von „The Social Network“.

¹³⁷ Vgl. Busby, Interview, 25.01.2015, Anhang S. XVIII

¹³⁸ Vgl. Smith, Interview, 27.01.15, Anhang S. XXIII

8 Schlussbetrachtungen

8.1 Auswertung und Fazit

Die Gründe für das mehrfache Auftreten eines Schauspielers im Film sind vielfältig, ebenso verhält es sich mit der technischen Umsetzung dieser visuellen Effekte.

Das Ziel der vorliegenden Arbeit bestand darin, die Möglichkeiten der Erzeugung einer Doppelgänger-Aufnahme im Film zu untersuchen sowie die Methoden auf Grundlage von Aufwand, Qualität und Wirtschaftlichkeit zu prüfen. Dafür wurde eine umfangreiche Analyse fünf verschiedener Techniken angestellt, die in der heutigen Zeit der Erstellung von Doppelgänger-Effekten dienen. Die fundierte Untersuchung der Fragestellung erforderte eine sehr intensive Auseinandersetzung mit äußerst verschiedenartigen Themenbereichen, die mir im Vorfeld teilweise fremd waren. Dies erschwerte eine frühe qualitative Selektion der Recherche-Materialien, führte aber auch zu neuen Einblicken und Erkenntnissen, welche mein Verständnis zu den Methoden festigten. Im Zuge der Ausarbeitung wurde die theoretische Grundlage jeder Arbeitsweise ausführlich beschrieben und anhand von aktuellen Filmbeispielen demonstriert. Anschließend erfolgte eine Einschätzung mit stichhaltigen Beurteilungen aus der Praxis. Zu diesem Zweck bin ich – auf internationaler Ebene – mit zahlreichen Spezialisten verschiedener Fachgebiete in Kontakt getreten. In dieser Schlussbetrachtung sollen nun die Ergebnisse der Arbeit rekapituliert sowie die einleitenden Fragestellungen beantwortet werden.

Aus der Ausarbeitung geht deutlich hervor, dass es sich bei der Splitscreen-Technik in einer statischen Einstellung um die einfachste Art handelt, eine Person mehrfach in einer Szene abzubilden. Es wird aufgezeigt, dass der Arbeits- und Zeitaufwand im Gegensatz zu den anderen Verfahren am geringsten ist. Dementsprechend handelt es sich um die kostengünstigste Weise einen Doppelgänger-Effekt umzusetzen. Die Defizite der Technik liegen darin, dass keine Kamerabewegung in der Szene möglich ist und sich die Handlungsbereiche der Charaktere nicht zeitgleich überschneiden dürfen. Aus diesen Ergebnissen konnte abgeleitet werden, dass der Einsatz dieser Technik immer dann sinnvoll ist, wenn ebendiese Eigenschaften nicht in der Szene erforderlich sind.

Im starken Kontrast dazu steht die Konstruktion digitaler Doppelgänger mithilfe von bildbasierter Gesichtserfassung. Es wird anhand der – in Expertengesprächen ermittelten – Werte erkennbar, dass diese Variante mit Abstand die Zeitaufwändigste und Teuerste aller behandelten Methoden ist. Die Umsetzung dieser Technik kann demnach ausschließlich von großen High-Budget-Produktionen gewährleistet werden.

Ein effektiver Einsatz ist nur dann gegeben, wenn es in der Realität nicht möglich ist, die gewünschte Bildsituation mit Doppelgängern umzusetzen.

Diese beiden Techniken beschreiben die oberste und unterste Grenze der Möglichkeiten zur Doppelgänger-Effekterzielung und bilden somit den Rahmen der Analyse. In der Arbeit werden außerdem verschiedene Varianten beleuchtet, die es ermöglichen einen physischen Kontakt zwischen dem Schauspieler und seinem Ebenbild zu visualisieren. Daraus folgt die Erkenntnis, dass zeitgleiche Überschneidungen der Bildbereiche entweder mit Bewegtmasken-Verfahren oder durch eine Bildmontage mit einem Körperdouble ermöglicht werden können. Echte physische Berührungen sind allerdings nur mit Letzterem realisierbar.

Aufgrund eines direkten Wettbewerbs zwischen den beiden Bewegtmasken-Verfahren Rotoskopieren und Keyen, mussten die Parallelen und Unterschiede der beiden Methoden klar herausgearbeitet werden. Anhand der aufgezeigten Vor- und Nachteile lassen sich Richtlinien für den effektiven Einsatz beider Maskenverfahren ableiten. Daraus wird ersichtlich, dass die Technik des Rotoskopierens eher ineffizient ist, wenn eine große Masse von Doppelgängern im Bild präsentiert werden soll. Grund dafür ist, dass die Masken vom Bearbeiter weitestgehend manuell justiert werden müssen, was – angesichts der hohen Anzahl von freizustellenden Personen – sehr viel Zeit in Anspruch nehmen würde. Im Gegenschluss dazu kann die Maskenextraktion durch Keying den Arbeitsaufwand reduzieren und ist somit effizienter. Das bedeutet allerdings nicht, dass das Keyen in jedem Fall die bessere Lösung ist. Im Zuge der Analyse konnte nachgewiesen werden, dass die Arbeit mit einem Greenscreen für Doppelgängeraufnahmen in kleinen Räumlichkeiten und bei Außenaufnahmen gewisse Beeinträchtigungen birgt. In diesem Fall ist das Verfahren des Rotoskopierens attraktiver, um zeitgleiche Überschneidungen der Bildbereiche gewährleisten zu können.

Ein weiterer Gegenstand der Analyse war die Ermöglichung von Kamerabewegungen während einer Doppelgänger-Aufnahme. Zum einen lässt sich dies durch ein Motion Control System realisieren, da sich mit dieser Technik Kamerabewegungen exakt reproduzieren lassen. Zum anderen geht aus der Ausarbeitung hervor, dass in der Postproduktion mit Matchmoving gearbeitet werden kann, um Bewegungen in einer Szene auf freigestellte Objekte anzuwenden. Dies wurde im Rahmen der vorliegenden Arbeit nur in Verbindung mit bildbasierter Gesichtserfassung erläutert, da diese Technik nachweislich für Doppelgänger-Effekte genutzt wurde. Es bleibt jedoch die Frage offen ob es zwingend notwendig ist, ein Gesicht dreidimensional zu rekonstruieren, um ein täuschend echtes Ergebnis mit einem *Face-Replacement* zu erzielen. In meinen umfangreichen Recherchen konnte ich jedoch keinen Nachweis dafür finden, dass im Zuge einer Doppelgänger-Aufnahme im Kinofilmbereich ein Gesichtsaustausch durch Motion-Tracking durchgeführt wurde.

Aus meinen Ergebnissen lässt sich schließen, dass keine der vorgestellten Techniken eine allgemeingültige Musterlösung beinhaltet. Vielmehr geht es darum genau abzuwägen welche Gegebenheiten die jeweilige Situation bestimmen und wie die Eigenschaften der Verfahren begünstigend darauf angewandt werden können. Meine Arbeit soll als Leitfaden dienen und eine Orientierung für die Visualisierung mehrerer identischer Personen bieten.

Die Entscheidung welche Technik zum Einsatz kommt, kann auf Grundlage der in dieser Arbeit gewonnenen Einsichten, weitestgehend von folgenden Faktoren abhängig gemacht werden:

- Budget
- Zeit (Während des Drehs und in der Postproduktion)
- Beschaffenheit des Drehorts (Filmstudio, reale Wohnung, Außendreh,... etc.)
- Bewegtbild-Einstellung
 - Einstellungsgröße
 - Statische Kamera
 - Bewegte Kamera
 - Reale Kamerabewegung (Schwenk, Zoom, Fahrt,...)
 - Virtuelle Kamerabewegung
- Visuelle Kriterien der Handlung
 - Äußeres des Schauspielers (Beschaffenheit von Kostüm und Maske)
 - Anzahl der Doppelgänger
 - Art der Interaktion zwischen den Doppelgängern
 - Separierte Handlungsbereiche
 - Überreichen von Gegenständen
 - Kreuzung der Wege (Wie oft? In welcher Art und Weise?)
 - Verdeckung einer Person durch die Andere (Dauer, Größe-, Beschaffenheit der verdeckenden Fläche)
 - Physische Berührung (Art, Intensität)

8.2 Ausblick

Wie schon in der Auswertung erwähnt wurde, konnte die Technik des Face-Replacements im Rahmen dieser Arbeit nur in einem kleinen Teil angeschnitten werden. Es gibt – neben der bildbasierten photogrammetrischen Methode – wie sie in der Arbeit beschrieben wurde, noch viele andere Techniken um ein menschliches Gesicht zu erfassen und mittels *Matchmoving* auf das Bewegtbild-Material eines anderen Menschen zu projizieren. Dieser Bereich könnte Stoff für eine umfangreiche Forschungsarbeit bieten. Ein Vergleich mit alternativen Methoden wäre ein interessanter Aspekt, um abschätzen zu können ob es eine kostengünstigere Möglichkeit gibt, ein menschliches Gesicht im Film wirklichkeitsgetreu auszutauschen. Im Bereich des Doppelgänger-Effekts könnte dies eine realistische Alternative zum Motion Control System bedeuten. Aufnahmen mit Kamerabewegungen könnten so wesentlich effizienter bewerkstelligt werden.

Literaturverzeichnis

Abel, R. (1993). *French Film Theory and Criticism: 1907-1929*. Princeton: University Press.

Adobe Systems GmbH. (n.d.). *Adobe*. Retrieved 2015 йил 7-Januar from <http://helpx.adobe.com/de/after-effects/using/roto-brush-refine-matte.html>

Apple Inc. (kein Datum). *Apple Online Store*. Abgerufen am 5. Januar 2015 von <https://itunes.apple.com/us/app/split-lens-clone-yourself/id632705490?mt=8>

Autodesk Inc. (kein Datum). *Autodesk*. Abgerufen am 31. Januar 2015 von <http://www.autodesk.com/products/smoke/buy>

Bär, G. (2005). *Das Motiv des Doppelgängers als Spaltungsphantasie in der Literatur und im deutschen Stummfilm*. Amsterdam: Rodopi holding B.V.

Bibliographisches Institut GmbH - Duden Verlag (Hrsg.). (kein Datum). *Duden / Online*. Abgerufen am 13. 12 2014 von <http://www.duden.de/node/698819/revisions/1279587/view>

Blackmagic Design Pty. Ltd. (kein Datum). *blackmagicdesign*. Abgerufen am 31. Januar 2015 von <https://www.blackmagicdesign.com/de/products/fusion>

Bratt, B. (2011). *Rotoscoping: Techniques and Tools for the Aspiring Artist*. Oxford: Focal Press.

Diederichs, H. H. (1985). *Der Student von Prag. Einführung und Protokoll*. Stuttgart: Verlag Uwe Wiedleröther.

Dummler, J. (2010). *Das montierte Bild. Digitales Compositing für Film und Fernsehen*. Konstanz: UVK Verlagsgesellschaft mbH.

ESC Entertainment. (kein Datum). *Scribblethink*. Abgerufen am 14. Januar 2015 von <http://www.scribblethink.org/Work/Pdfs/UCap-s2003.pdf>

Ezra, E. (2000). *George Méliès*. Manchester : University Press.

Fincher, D. (Regisseur). (2010). *The Social Network: Disc 2, "Wie ist aus Facebook nur ein Film entstanden"* [Kinofilm].

Giesen, R. (18. Januar 2012). *Lexikon der Filmbegriffe*. Christian-Albrechts-Universität zu Kiel. Abgerufen am 1. Januar 2015 von <http://filmlexikon.uni-kiel.de/index.php?action=lexikon&tag=det&id=4430>

Giesen, R. (2001). *Lexikon der Special Effects von den ersten Filmtricks bis zu den Computeranimationen der Gegenwart*. Berlin: Lexikon-Imprint-Verlag.

Herget, S. (2009). *Spiegelbilder: Das Doppelgängermotiv im Film*. Marburg: Schüren Verlag GmbH.

Hoffmann, M. (Hrsg.). (kein Datum). *Gründerszene*. Abgerufen am 4. Januar 2015 von <http://www.gruenderszene.de/lexikon/begriffe/aufwand>

Image G. (kein Datum). *Image G*. Abgerufen am 6. Januar 2015 von <https://sites.google.com/site/imagegwebsite/home/bulldog-two>

Imagineer Systems Ltd. (kein Datum). *Imagineersystems*. Abgerufen am 31. Januar 2015 von <http://www.imagineersystems.com/store/mocha-pro-v4.html>

Krawczyk, J. (10. September 2013). *moviepilot*. Abgerufen am 1. Februar 2015 von <http://www.moviepilot.de/news/deutsche-effektkunst-auf-dem-hohepunkt-124693>

Mark Roberts Motion Control. (kein Datum). Abgerufen am 6. Januar 2015 von <http://www.mrmocorentals.com/equipment/cyclops/specifications.html>

Mark Roberts Motion Control. (kein Datum). *Mastermoves*. Abgerufen am 6. Januar 2015 von <http://www.mrmoco.com/products/rigs/milo-long-arm/specs/>

Mendler, T. (kein Datum). *timefx*. Abgerufen am 2. Januar 2014 von <http://timefx.free.fr/df/html/program.htm>

Mendler, T. (kein Datum). *timefx*. Abgerufen am 3. Februar 2015 von <http://timefx.free.fr/df/html/prinzip.htm>

Shyer, C. (Produzent), & Meyers, N. (Regisseur). (2006). *Ein Zwilling kommt selten allein. Special Edition. Bonus: Wie aus Hallie Annie wurde, 08:23 Min.* [Kinofilm]. Buena Vista Home Entertainment.

Monaco, J. (2009). *Film verstehen: Kunst, Technik, Sprache, Geschichte und Theorie des Films und der Neuen Medien.* Leipzig: Rowohlt-Taschenbuch-Verlag.

Montgomery, J. (19. Oktober 2010). *fxguide*. Abgerufen am 18. Januar 2015 von http://www.fxguide.com/featured/twice_the_social_network/

Mulack, T., & Giesen, R. (2002). *Special Visual Effects. Planung und Produktion.* Gerlingen: Bleicher Verlag.

Okun, J. A., & Zwerman, S. (2010). *The VES Handbook of Visual Effects: Industry Standard VFX Practices and Procedures.* Waltham, Massachusetts: Focal Press.

Pacific Motion Control, Inc. (kein Datum). *Pacificmotion*. Abgerufen am 3. Februar 2015 von <http://pacificmotion.net/cranes-and-dollies/cheetah-dolly/>

Photron USA, Inc. (kein Datum). *Primatte*. Abgerufen am 31. 01 2015 von http://www.primatte.com/stylesheets/Primatte_Price_List.pdf

Richter, S. (2008). *Digitaler Realismus. Zwischen Computeranimation und Live-Action. Neue Ästhetik in Spielfilmen.* Bielefeld: transcript Verlag.

Ronald, H. (1982). *David O. Selznick's Hollywood.* München: Roger und Bernhard.

Rosenthal, E. (6. Mai 2014). *thecreatorsproject*. Abgerufen am 4. Januar 2015 von <http://thecreatorsproject.vice.com/de/blog/behind-the-scenes-of-the-double>

Samuelson, D. (1998). *Hands-on Manual for Cinematographers.* Oxford: Focal Press.

Schmidt, U. (2013). *Professionelle Videotechnik. Grundlagen, Filmtechnik, Fernsehtechnik, Geräte- und Studientechnik in SD, HD DI, 3D* (6. Ausg.). Berlin: Springer Vieweg.

Seeber, G. (1979). *Der Trickfilm in seinen grundsätzlichen Möglichkeiten. e. prakt. u. theoret. Darst. d. photograph. Filmtricks* (Bd. 2). Frankfurt am Main: Dt. Filmmuseum (1979).

Seymour, M. (28. Februar 2006). *fxguide*. Abgerufen am 22. Januar 2015 von http://www.fxguide.com/featured/art_of_optical_flow/

Seymour, M. (10. Oktober 2011). *fxguide*. Abgerufen am 13. Januar 2015 von <http://www.fxguide.com/featured/the-art-of-roto-2011/>

Shay, E. (Juli 2009). Moon Madness. *Cinefex* (118).

Silhouette FX, LLC. . (kein Datum). *silhouettefx*. Abgerufen am 31. Januar 2015 von <http://www.silhouettefx.com/store/Silhouette-v5-Nodelocked.html>

Springer Gabler Verlag (Hrsg.). (kein Datum). *Gabler Wirtschaftslexikon*. Abgerufen am 3. Januar 2015 von <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/3570/wirtschaftlichkeit-v5.html>

Stewart, S. (kein Datum). *Qvo-Labs*. Abgerufen am 2. Januar 2015 von <http://www.qvolabs.com/acrobat/Rotoscoping.pdf>

Stiller, G. (Hrsg.). (kein Datum). *Wirtschaftslexikon24*. Abgerufen am 4. Januar 2015 von <http://www.wirtschaftslexikon24.com/d/qualitaet/qualitaet.htm>

Sullivan, P. (20. Januar 2003). *Variety*. Abgerufen am 4. Januar 2015 von <http://variety.com/2003/film/awards/gray-matter-keeps-up-with-jonze-1117879202/>

The Foundry. (kein Datum). *The Foundry*. Abgerufen am 4. Februar 2015 von <http://www.thefoundry.co.uk/products/plugins/keylight/buy/>

The Pixel Farm. (kein Datum). *The Pixel Farm*. Abgerufen am 22. Januar 2015 von <http://www.thepixelfarm.co.uk/products/PFTrack>

Woodbury, W. E. (1905). *Photographic Amusements. Including a Description of a Number of Novel Effects Obtainable with the Camera* (Third Edition Ausg.). New York: The Photographic Times Publisher Association.

Wulff, H. J. (kein Datum). *Lexikon der Filmbegriffe*. Christian-Albrechts-Universität zu Kiel. Abgerufen am 20. Januar 2015 von <http://filmlexikon.uni-kiel.de/index.php?action=lexikon&tag=det&id=1513>

zu Hüningen, J. (kein Datum). *Lexikon der Filmbegriffe*. Christian-Albrechts-Universität zu Kiel.
Abgerufen am 21. Januar 2015 von <http://filmlexikon.uni-kiel.de/index.php?action=lexikon&tag=det&id=1200>

Anlagen

Persönlich geführte Interviews

Name		Adina Wernstedt
Position, Firma, Ort		Digital Compositor bei D-Facto Motion GmbH, Berlin
Datum		25.01.2015
Art des Interviews		Schriftliche Auskunft
Protokoll	Frage	<p>Anhand der folgenden Beispiele soll der Arbeitsaufwand der Verfahren ermittelt werden.</p> <p>Wie lange dauert es schätzungsweise den Effekt mit Hilfe der jeweiligen Verfahren Splitscreen/ Rotoscoping/ Keying zu lösen?</p> <p>Szenario A: Die beiden gedoppelten Charaktere sollen 10 Sekunden lang voneinander getrennt im Bild agieren. (Splitscreen)</p> <p>Szenario B: Der Schauspieler soll in einer 10-sekündigen Szene zweimal im Bild auftauchen und den Weg mit seinem Doppelgänger kreuzen. (Rotoscoping/Keyen)</p> <p>Szenario C: Der Schauspieler soll in einer 10-sekündigen Szene direkt vor oder hinter seinen Doppelgänger stehen. (Rotoscoping/Keyen)</p>
	Antwort	<p>Zeit und Arbeitsaufwand kommen immer auf die jeweiligen Situationen an und können bei Spezialfällen massiv abweichen.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Splitscreen: Gelockte Kamera, gleiche Lichtsituation mit 10 sec. dürfte 0,25 Tage bis max. 0,5 h dauern. - bei 10 sec im schlimmsten Fall reines Handroto 3 bis 5 Tage kalkulieren, je nachdem wie lange sie überlappen, Motionblur beachten etc. ist unglaublich zeitaufwendig. - Zum Keyen: das kann schnell gehen und kann ebenso sehr lange gehen. In jedem Fall verkürzt es die Zeit des Rotoskopierens. Vorausgesetzt: perfekt ausgeleuchteter Green oder Bluescreen - Idealfall 10 sec, sofern er nicht hin und her läuft, an einem halben Tag fertig compen. - Problem fall: er läuft hin und her, hat eine Menge Motionblur, kann: das comp kann sich auf einen Tag ausweiten, da die Kanten evtl. mit anderen Keys kombiniert werden müssen, um eine schöne und ideale Matte zu erstellen. - Weiterer Problemfall: Dein comp kann auf Zeit bis zu zwei bzw. 3 Tagen anwachsen, wenn am Set geschlampt wurde

Name		Gayle Busby
Position, Firma, Ort		VFX Producer, freischaffend, Los Angeles
Datum		25.01.2015
Art des Interviews		Schriftliche Auskunft
Protokoll	Frage	<p><i>I'm trying to classify which method is the best solution in which situation. To complete my work I need some information about the general costs associated with each of those techniques. Since you were VFX-Producer for "The Parent Trap" from 1998, you may be able to help me to categorize and name which price range and working time is to expect.</i></p> <p><i>To specify my question I'm just asking for a 10-second scene with a doppelganger-effect.</i></p> <p><i>Example 1: The two indentical actors are separetet from each other in the picture, no physical interaction (Splitscreen is used)</i></p>
	Antwort	<ul style="list-style-type: none"> - This method is the least expensive in your list of scenarios. The Quality would also be high as little digital effects are needed with the exception of the split screen - Cost varies greatly depending on the house doing the effect - An ILM Type House could charge \$5-\$6K per Shot dependig on the total award of work. A smaller house could charge as little as \$500. Even less for a Freelance Artist.
	Frage	<p><i>Example 2: The two actors are overlapping each other (Shooted in front of a greenscreen, Chroma Keying is used in postproduction)</i></p> <p><i>A: The actors cross paths one time</i></p> <p><i>B: One person is standing right behind the other, the whole time</i></p>
	Antwort	<ul style="list-style-type: none"> - Slightly more expensive - Dependig on the stage of the shot - You need small additional cost/work to pay for the Greenscreen and additional pass - Quality should be high, but this depends on how well the Greenscreen is lit to ensure proper pulling of the green - The artist need to be able to adjust the edging on the pull as well - Keying can take 15 minutes – 4 hours including clean up - Compositing 1-2 days, this includes kick-backs by the client for "fixes"
	Frage	<p><i>Example 3: The two actors are overlapping each other (Without greenscreen, rotoscoping is used in postproduction)</i></p> <p><i>A: The actors cross paths one time</i></p> <p><i>B: One person is standing right behind the other, the whole time</i></p>

	Antwort	<ul style="list-style-type: none"> - You trade off the work and cost of Greenscreen and place the cost on the roto-artist to separate actors - Roto cost will depend on how often the actor actually cross over each other in the shot and what part of bodies cross - For example, if the actors hair is loose and crosses, this can create a very difficult and expensive bit of work for roto - A: Roto can make 2 Days. This artist probably makes less \$ than the compositor - B: Roto for full 10 seconds. If it's "easy" 1 day, If it's "hard" 3-4 Day - "easy" is a person standing still and the lines that need to be roto'd are sharp - i.e. little clothing fringe, hair or motion blur. "hard" is the opposite. In fact, some motion blur can make roto not possible....since the two images, the person, and the BG, mix together in motion blur.
	Frage	<p><i>There is another method I'm describing in my work: CG-Face-Replacement.</i></p> <p><i>To generate the effect, video-based facial capturing with multiple synchronized cameras from different viewpoints was used to create a fotorealistic animated 3D-Model of the actor's face.</i></p>
	Antwort	<ul style="list-style-type: none"> - Remember to include the production time cost that it takes to shoot real actors face for the digital version - Assuming the actors face does not get bigger than 1/5 the screen space - I'm assuming a mid range VFX facility - Modeling: Model will be provided that scans the actors face, however it will need "cleaned up", these two items (modeling and texturing) are bid together as one - Cost for this \$7-\$10 K - If the actors face needs to be bigger in screens, that's a whole new project, as a persons face doesn't feel right using simple textures - That can cost as much as \$30K - \$45K – an even more if the face must "act" → subtle movements in the digital "face" be built to modeling...and there's 42 muscles in the human face → a few not "working" and the face looks odd - Matchmoving depends on what the "face" is doing in the shot, where it moves to
	Frage	<p><i>In addition of this techniques, I have to plan with the cost of a standard shooting day for film. Can you give me an estimated price range?</i></p>
	Antwort	<p>As far as shooting cost, a small stage shoot of just vfx can be about \$40-\$50k.</p>

Name		Vincent Poitras
Position, Firma, Ort		Senior Compositor bei Weta Digital, Wellington
Datum		21.01.2015
Art des Interviews		Schriftliche Auskunft
Protokoll	Frage	<i>Which reasons are making the process of rotoscoping more attractive than Keying for a shot with a multiple actor?</i>
	Antwort	<p>If we take a random example: A scene with 3 shots, 1st shot looking at Mr A over Mr B shoulder, 2nd shot looking at Mr B over Mr shoulder and a 3rd wide shot where one cross the other...or push him etc. There are overlap in every shot and this is shot in a small hotel room.</p> <ul style="list-style-type: none"> - If we install a GS in every shot, it is 3 different setup (maybe 4 if we have to move the GS in shot 3). - Let's say it takes 2-3 hours setting and lighting the GS. During that time there is a crew of 15 peoples waiting, with the rented equipement. - Since we are shooting in a small room there will be a lot of green spill. We might even block the nice lighting the DOP as been setting up because we are blocking a window etc.... - On top of that your have to key all those shot, matching the lighting if you are messing it up installing GS. - On the other end, one person could just roto and paint/patch...even if it takes a week, it will still cost less money, and the lighting is going to match 100%. To make this work you have to shoot this intelligently though (need to have props/stand in if they are touching each other for exemple) - If it is a shot with a 100 clones in an environment it would be another approach. Rotoscoping 100 person can be quite time consuming. But if you set a nice greenscreen somewhere and shoot your 100 takes. The keying becomes a bit more efficient in that scenario

Name		Markus Selchow
Position, Firma, Ort		VFX-Supervisor/Operator, OPTICAL ART Digital & Film GmbH, Hamburg
Datum		30.01.2015
Art des Interviews		Schriftliche Auskunft
Protokoll	Frage	Können errechnet sich der Kostenaufwand in der Postproduktion für eine Doppelgänger-Szene bei folgenden Verfahren: <ul style="list-style-type: none"> - Splitscreen - Rotoskopieren - Keying
	Antwort	Die Kosten richten sich ausschließlich nach der Arbeitszeit, dh. einfache Effekte (Splitscreen mit fester Kamera) sind billiger als aufwendige. Abgerechnet wird nach Stunden.
	Frage	<i>Wie lange kann es dauern um einen Greenscreen am Set optimal einzurichten?</i>
	Antwort	<ul style="list-style-type: none"> - Die Einrichtung eines Greenscreens am Set kann je nach Location und Erfahrung des Teams 1-4 Stunden dauern. - Oft wird der Greenscreendreh parallel an einem anderen Ort vorbereitet, wenn es das Motiv erlaubt oder auch als separater Drehtag im Studio, damit nicht die ganze Mannschaft stundenlang Stand-By warten muss.
	Frage	<i>Dauert die Nachbearbeitung länger wenn die hier beschriebenen Szenarien mit einer Kamerabewegung durch ein Motion Control System aufgenommen wurden?</i>
	Antwort	<ul style="list-style-type: none"> - Der Mehraufwand bei Einsatz von Motion Control lässt sich nicht generell bestimmen, ich würde ihn aber in der Pre-Production-Phase mit 50-100% angeben. - begründet damit, dass Masken genau getrackt mitgeführt werden müssen und manchmal noch stabilisiert werden muss

Name		Stephan Horst
Position, Firma, Ort		Managing Director, mastermoves motion control
Datum		05.01.2015
Art des Interviews		Telefongespräch
Protokoll	Frage	<i>Welches der verschiedenen Rigs ist am besten dazu geeignet Multipass-Aufnahmen zu realisieren?</i>
	Antwort	<ul style="list-style-type: none"> - Wie soll die Bewegung aussehen? → horizontal, vertikal....je nachdem kommen verschiedene Systeme für den Einsatz in Frage (Dolly, Kran)
	Frage	<p>In welchem Preisrahmen bewegen sich die Kosten für ein solches System pro Drehtag?</p> <p>Was kostet ein Operator mit Assistent pro Tag?</p> <p>Wie hoch sind ungefähr die Transportkosten innerhalb Deutschlands?</p>
	Antwort	<ul style="list-style-type: none"> - Einfachste Art der Kamerabewegung für DG: Motion Control Drehkopf (Modular Rig von Mark Roberts Motion Control) (3 ½ Meter pro Sekunde)(erfordert auch nur einen Operator) → Kosten pro Drehtag (Tagessatz = 10 Stunden): 600 – 700 € Personal nochmal so viel! - Teuerstes: Milo Langarm bis zu 2500 € pro Drehtag + 3 Personen erforderlich (1600 – 1700 €), mit enthalten sind 18 Meter Schienen. Bei mehr Schienen wird es teurer - Transportkosten: Truck = 200 € pro Tag, 2 € pro Kilometer

Name		Ken Pearce
Position, Firma, Ort		Team Leader und Manager für Facial Motion Capture, Digital Domain, San Francisco
Datum		26.01.2015
Art des Interviews		Schriftliche Auskunft
Protokoll	Frage	<i>I would like to know how long it takes and how much it costs to scan the face of an actor with a video-based facial capture system?</i>
	Antwort	<ul style="list-style-type: none"> - "Direct drive" is when you take motion data from a system like ours, you choose an actor's take that you like, and drive the character directly with that data. The advantage of direct drive is that the realism is high and it requires way less animator time per shot. - The capturing part of these processes is quick, it's just recording multiple streams of video - The time consuming and more costly part is reconstructing the data and fixing any tracking errors - Then of course comes the business of driving the character head with the data, adding eye and lip motion, lighting and texturing, etc. We just provide the data so we don't actually do any of that

Name		Yeongho Seoul
Position, Firma, Ort		Facial Technology Developer bei Weta Digital, Wellington
Datum		22.01.2015
Art des Interviews		Schriftliche Auskunft
Protokoll	Frage	<i>I would like to know something about video-based facial capturing with multiple cameras from different viewpoints.</i> <i>How is it possible to synchronize the cameras frame exactly?</i>
	Antwort	<ul style="list-style-type: none"> - This is done either by hardware, software or manual approach. - Hardware approach is using 'genlock', but it requires additional cost. - Another approach is making a sound (or use clapper) during the shooting and sync sound (or video) based on aligning algorithm or manually by human operator. In the syncing approach, you may have subframe inaccuracy but usually ok.

Name		Adam Smith
Position, Firma, Ort		Lead Facial Motion Editor, Weta Digital
Datum		22.01.2015
Art des Interviews		Schriftliche Auskunft
Protokoll	Frage	<p><i>I'd like to know how long it takes to model and animate a human face to get a photorealistic result for film quality for the following example:</i></p> <p><i>A "direct drive"-animation from a 10-second scene recorded from 4 different viewpoints of just the actor's face making a smile and normal blinking eyes.</i></p>
	Antwort	<ul style="list-style-type: none"> - the technique of CG face replacement is an extremely complex option, that in your example is by far the most expensive and inefficient one - It's only practical application (currently) is as the result of a directors artistic vision that exceeds what can be produced with a live action performance. - Or in rare cases where an actors performance needs to be completed/altered due to unavailability, or untimely death - It takes a team of artists that specialise in a number of areas (modelling, texturing, FX simulation, rigging, animation, lighting, rendering), months of work in post production to produce film quality face replacement. - There is also the team of motion capture technicians required to capture the artists performance, and the facility and computing hardware on top of that. - In your example of 10 seconds of face replacement, you'd be looking at 2 to 6 months worth of work, at a cost of hundreds of thousands of dollars. - That's why you only see this technique on big budget films with specific artistic and technical requirements.

Eigenständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und nur unter Verwendung der angegebenen Literatur und Hilfsmittel angefertigt habe. Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus Quellen entnommen wurden, sind als solche kenntlich gemacht. Diese Arbeit wurde in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Ort, Datum

Vorname Nachname